



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



**PABLO ROBERTO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**UMA ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE  
OBJETOS DE APRENDIZAGEM CONSIDERANDO O  
DOMÍNIO COGNITIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM**

**MOSSORÓ – RN  
2018**

**PABLO ROBERTO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**UMA ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE  
OBJETOS DE APRENDIZAGEM CONSIDERANDO O  
DOMÍNIO COGNITIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação - associação ampla entre a  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para a obtenção  
do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Patrício de Alencar Silva, PhD.  
Coorientador: Prof. Pedro Fernandes Ribeiro Neto, Dr.

**MOSSORÓ – RN  
2018**

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48o

Oliveira, Pablo Roberto Fernandes de.  
UMA ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM CONSIDERANDO O DOMÍNIO COGNITIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM. / Pablo Roberto Fernandes de Oliveira. - 2018.  
146 f. : il.

Orientador: Patrício de Alencar Silva Silva.  
Coorientador: Pedro Fernandes Ribeiro Neto  
Ribeiro Neto.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, 2018.

1. Ontologia. 2. Objetos de Aprendizagem. 3. Taxonomia de Bloom.. I. Silva, Patrício de Alencar Silva, orient. II. Ribeiro Neto, Pedro Fernandes Ribeiro Neto, co-orient. III. Título.

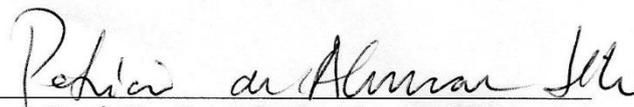
O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PABLO ROBERTO FERNANDES DE OLIVEIRA

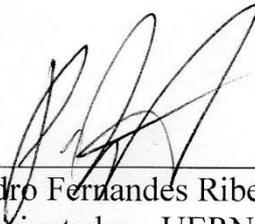
UMA ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM  
CONSIDERANDO O DOMÍNIO COGNITIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação para a obtenção do título de  
Mestre em Ciência da Computação

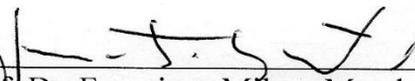
APROVADA EM: 29 / 08 / 2018



Prof. Dr. Patrício de Alencar Silva  
Orientador e Presidente da Banca



Prof. Dr. Pedro Fernandes Ribeiro Neto  
Coorientador - UERN



Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto  
Examinador Interno - UFERSA



Prof. Dr. Wellington Candeia de Araújo  
Examinador Externo - UEPB

Dedico este trabalho à Francineide Fernandes de Lucena (*In memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo!

A meu pai, Pedro Roberto (*in memoriam*), que permanece em minha memória e de quem eu me lembrava sempre que olhava pela janela do ônibus quando retornava para minha casa.

À minha mãe, Suely Maria, e meu irmão, Petrônio Fernandes, pelo sentimento de realização ao conversarmos sobre tudo que já conquistamos até aqui.

À Mayara Formiga, minha esposa, pela compreensão e carinho; por me aguardar na rodoviária a cada retorno.

À Morgana, minha sobrinha, que iluminou nossas vidas com o seu nascimento e amenizou o cansaço das viagens, arrancando sempre um sorriso meu.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e torcida.

Aos meus orientadores, Patrício de Alencar e Pedro Fernandes, por me acompanharem e orientarem neste percurso, principalmente na construção desta pesquisa e finalização deste trabalho.

Aos colegas de mestrado, Salatiel, Rosemary, Ingridy, Rômulo e Maria das Graças, dentre outros, que percorreram comigo essa trajetória.

A todos os professores do mestrado que contribuíram significativamente na ampliação dos meus conhecimentos e formação.

Aos professores pedagogos que compuseram a amostra desta pesquisa.

Meu muito obrigado a todos!

*Sou um só, mas ainda assim sou um. Não posso fazer tudo, mas posso fazer alguma coisa. Por não poder fazer tudo, não me recusarei a fazer o pouco que posso. O que eu faço é uma gota no meio de um oceano, mas sem ela o oceano será menor.*

Max Gehringer

## RESUMO

Ambientes virtuais de aprendizagem contam com objetos de aprendizagem como recurso para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Na construção de um objeto de aprendizagem, o professor pode estabelecer um objetivo educacional para auxiliar na avaliação do aluno, e é fundamental que esses objetivos estejam bem definidos. Através da taxonomia de Bloom os objetos de aprendizagem podem possuir um objetivo educacional bem definido, relacionado a um nível de aprendizagem cognitiva. Com o auxílio das novas tecnologias, o processo de criação e gerenciamento de objetos de aprendizagem sob essa perspectiva pode ser otimizado, utilizando a semântica dos metadados em repositórios de dados de objetos de aprendizagem. Entretanto, para alguns contextos esses metadados podem demonstrar-se insuficientes do ponto de vista semântico para representação da taxonomia de Bloom, e para estes casos pode-se utilizar ontologias. Desta forma, este trabalho apresenta uma ontologia para objetos de aprendizagem, considerando os níveis hierárquicos do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. A mesma possibilita a classificação correta dos objetos de aprendizagem, considerando os objetivos educacionais, além da classificação de indivíduos que utilizam os objetos de aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem. Para desenvolvimento da ontologia deste trabalho utilizou-se a ferramenta *Protegé*, obedecendo a metodologia proposta no guia 101. A ontologia foi validada por meio do motor de inferência *FaCT++*, com a utilização de um cenário hipotético, e posteriormente foi integrada a um jogo virtual de aprendizagem para verificar seu potencial de aplicação. Um estudo de caso foi aplicado com um grupo de pedagogos para avaliar o comportamento da ontologia na referida ferramenta. Ao final, por meio de um questionário, a proposta foi avaliada de forma positiva pela amostra e pôde-se concluir que a ontologia se comportou de forma correta na classificação dos objetos de aprendizagem e na classificação da aprendizagem do aluno.

**Palavras-chave:** Ontologia, Objetos de Aprendizagem, Taxonomia de Bloom.

## ABSTRACT

Virtual learning environments use learning objects as a learning resource to aid the teaching-learning process. In constructing a learning object, the teacher can establish an educational objective to assist in the evaluation of the student, and it is fundamental that the objectives of the course are well defined. Through Bloom's taxonomy, learning objects can have a well defined educational goal related to a level of cognitive learning. With the help of new technologies, the process of creating and managing learning objects from this perspective can be optimized by using the meta data semantics in data repositories of learning objects. However, for some contexts the metadata may prove to be insufficient in the semantical point of view to represent Bloom's taxonomy, and for the cases are use ontologies. In this way, this work presents an ontology for learning objects, considering the hierarchical levels of the cognitive domain of the Bloom taxonomy. The ontology allows the correct classification of the learning objects, considering the educational objectives, as well as the classification of the individuals that use learning objects in virtual learning environments. For the development of the ontology of this work, the Protegé tool was used, obeying the methodology proposed in guide 101. The ontology was validated using the FaCT ++ inference mechanism, using a hypothetical scenario, and later it was integrated into a virtual learning game to verify its application potential. A case study was applied with a group of pedagogues to evaluate the behavior of the ontology in said tool. Finally, through a questionnaire, the proposal was evaluated positively by the sample and it was concluded that the ontology behaved correctly in the classification of learning objects and in the classification of student learning.

**Keywords:** Ontology, Learning Object, Bloom's Taxonomy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Nível Cognitivo da Taxonomia de Bloom.....	24
Figura 2 – Mapa de Conteúdo: organização dos objetivos educacionais .....	24
Figura 3: Verbos para o nível Aplicação do domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom.....	25
Figura 4 - Exemplo de um Mapa de Dependências .....	26
Figura 5: Ontologia Modelo de Aprendizagem - Trabalho 2 .....	43
Figura 6: Ontologia Atividades de Aprendizagem - Trabalho 2.....	43
Figura 7: Ontologia Objetos de Aprendizagem - Trabalho 2 .....	43
Figura 8: Ontologia Métodos de Aprendizagem - Trabalho 2.....	43
Figura 9: Object Property Modelo de Aprendizagem - Trabalho 2 .....	45
Figura 10: Arquitetura Jena - Trabalho 7.....	45
Figura 11: Ontologia de Educação - Trabalho 7 .....	46
Figura 12: Interface do usuário - Trabalho 7 .....	47
Figura 13: Ontologia recursos humanos - Trabalho 8 .....	48
Figura 14: Arquitetura do Sistema - Trabalho 41 .....	50
Figura 15: Interface do usuário - Trabalho 41 .....	50
Figura 16: Interface do usuário - Trabalho 42 .....	52
Figura 17: Arquitetura do Sistema - Trabalho 42 .....	53
Figura 18: Consulta em SPARQL - Trabalho 42.....	53
Figura 19: Arquitetura EduSol - Trabalho 57 .....	54
Figura 20: Representação da Ontologia EduSol - Trabalho 57 .....	55
Figura 21: Ontologia EduSol - Trabalho 57 .....	56
Figura 22: Arquitetura OBSME - Trabalho 62.....	57
Figura 23: Vetorização do termo ‘Algo’ - Trabalho 62.....	58
Figura 24: Padrão LOM - Trabalho 82 .....	59
Figura 25: Ontologia Organizacional - Trabalho 82.....	60
Figura 26: Ontologia de alto-nível e baixo-nível - Trabalho 83 .....	61
Figura 27: Recurso adaptado - Trabalho 92.....	62
Figura 28: Ontologia ALOO - Trabalho 92 .....	63
Figura 29: Relacionamento das classes - Trabalho 92.....	64
Figura 30: Ontologia - Trabalho 103 .....	65
Figura 31: Ontologia - Trabalho 106 .....	65
Figura 32: Guia 101 .....	69
Figura 33: Representação gráfica da hierarquia de classes da ontologia.....	74
Figura 34: Instâncias da Ontologia .....	78
Figura 35: Visualização da Ontologia.....	84
Figura 36: Inferência da Ontologia.....	85
Figura 37: Inferência relacionada à instância de um objeto de aprendizagem .....	86
Figura 38: Inferência relacionada à instância de um aluno.....	87
Figura 39: Interface K-hunters - jogador .....	88
Figura 40: Arquitetura do K-hunters.....	89
Figura 41: Tela de cadastro do OA .....	90
Figura 42: Interação do usuário K-hunters .....	90
Figura 43: Modelo de tarefas para o SMA do K-hunters.....	91
Figura 44: Modelo de Recursos para o SMA do K-hunters.....	94
Figura 45: Classe LearningObjectOntologyManager .....	95

Figura 46: Papeis dos agentes na ferramenta K-hunters .....	95
Figura 47: Papeis dos agentes adicionados na ferramenta K-hunters.....	96
Figura 48: Tela principal do K-hunters.....	97
Figura 49: Tela da lista de conteúdos na ferramenta K-hunters .....	98
Figura 50: Parte da tela de cadastro alterada para inserir o objetivo educacional do objeto de aprendizagem. ....	98
Figura 51: Tela com a lista de Objetos de Aprendizagem do K-hunters .....	99
Figura 52: Tela para adicionar dependência entre os objetos de aprendizagem.....	100
Figura 53: Tela a lista e classificação dos objetos de aprendizagem do K-hunters ...	101
Figura 54: Tela de apresentação de um enunciado de uma pergunta no K-hunters ..	101
Figura 55: Tela com a lista de crianças cadastradas no K-hunters .....	102
Figura 56: Tela de acompanhamento da aprendizagem no K-hunters.....	102
Figura 57: Tela com a classificação taxonômica do aluno no K-hunters .....	103

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Termos e Sinônimos utilizados na elaboração da String de busca .....	34
Quadro 2: String de busca utilizada em cada base.....	35
Quadro 3: quantidade de trabalhos após a análise inicial e aplicação dos critérios de Exclusão.....	36
Quadro 4: Estudos primários .....	40
Quadro 55: Avaliação da Qualidade .....	42
Quadro 6 - Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia .....	70
Quadro 7 – Classes primitivas da Ontologia.....	73
Quadro 8 – Classes definidas da Ontologia .....	75
Quadro 9 - Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia .....	76
Quadro 10 - Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia .....	77

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição por ano dos artigos selecionados .....	37
Gráfico 2: Quantidade de artigos por tema .....	38
Gráfico 3: Finalidade das Ontologias, considerando os domínios da Taxonomia de Bloom.....	39
Gráfico 4: Utilizou a taxonomia de Bloom.....	108
Gráfico 5: Utilizou objetos de aprendizagem .....	108
Gráfico 6: Utilizou ambiente virtual para gerenciamento de objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom.....	108
Gráfico 7: Utilizou jogos para o ensino .....	108
Gráfico 8: Classificação do aluno através da utilização do Objeto de aprendizagem. .....	111

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMÁTICA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.3 JUSTIFICATIVA	18
1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA	19
1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 TAXONOMIA DE BLOOM	22
2.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM	27
2.3 ONTOLOGIAS	29
3. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA EM ONTOLOGIAS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM	32
3.1 O MÉTODO DE REVISÃO SISTEMÁTICA	32
3.2 OBJETIVOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA	33
3.3 QUESTÕES DE PESQUISA DA REVISÃO SISTEMÁTICA	33
3.4 ESTRATÉGIAS APLICADAS	33
3.5 DADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	36
3.6 DISCUSSÃO	66
4 ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM CONSIDERANDO ASPECTOS COGNITIVOS DA TAXONOMIA DE BLOOM	68
4.1 FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA A CONCEPÇÃO DA ONTOLOGIA	68
4.2 A ONTOLOGIA DESENVOLVIDA	71
4.2.1 Domínio e Escopo	71
4.2.2 Enumeração dos termos	72
4.2.3 Definição das classes Primitivas e Definidas	72
4.2.4 Propriedades das classes	76
4.2.5 Instâncias	77
4.2.6 Axiomas	79
4.2.7 Visualização da Ontologia	83
5 VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA	85
5.1 CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA ONTOLOGIA: Jogo K-hunters	87
5.1.1 Sistema Multiagente da Ferramenta K-hunters	91

5.2 VERIFICAÇÃO TECNOLÓGICA DA ONTOLOGIA	96
5.2.1 Integração da Ontologia na Objetos de Aprendizagem	97
5.2.2 Resultados da Integração	100
5.3 ESTUDO DE CASO	104
5.3.1 Delimitações do Estudo	105
5.3.2 Coleta e Análise dos Dados	107
5.3.3 Informações profissionais dos pedagogos	107
5.3.4 Taxonomia de Bloom e Objetos de Aprendizagem	109
5.3.5 Gerenciamento dos objetos de aprendizagem	110
5.3.6 Requisitos atendidos	112
5.3.7 Comentários e Sugestões	112
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
6.1 SUMÁRIO DE PESQUISA	114
6.2 CONTRIBUIÇÕES	116
6.3 LIMITAÇÕES	117
6.4 TRABALHOS FUTUROS	117
REFERÊNCIAS	119
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO	124
APÊNDICE B: ANÁLISE DE DADOS DO QUESTIONÁRIO	133

## 1 INTRODUÇÃO

Ambientes virtuais de aprendizagem contam com vários recursos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Dentre estes recursos estão os objetos de aprendizagem, que conforme o padrão de tecnologia de aprendizagem IEEE<sup>1</sup> trata-se de uma entidade, digital ou não digital, que é utilizada para fins de aprendizagem, podendo ser ainda reutilizada ou referenciada por tecnologias que apoiem a aprendizagem. São exemplos de objetos de aprendizagem: textos, imagens, áudio, vídeo, entre outros (ASHLEY *et. al.* 2008 *apud* PARAMARTHA *et. al.* 2014).

Algo importante de ser discutido sobre os objetos de aprendizagem é o seu conteúdo pedagógico, principalmente relacionado aos seus objetivos educacionais. É desejado que na construção de um conteúdo por meio de um objeto de aprendizagem, o professor estabeleça o objetivo educacional para auxiliar na avaliação do aluno, verificando se o mesmo atingiu determinado objetivo a partir da utilização deste recurso.

Objetivos educacionais são de suma importância para a construção da aprendizagem dos alunos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver e tem por objetivo assegurar o desenvolvimento de competências para os alunos, através da mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores (BRASIL, 2016). Liska e Ribeiro (2018) apresentam a taxonomia de Bloom para a definição desses objetivos, pois a mesma permite indicar o aumento de demanda cognitiva do aluno sobre um conteúdo de maneira gradativa. Isso se aplica tanto a contextos de aprendizagem presencial como também virtuais.

O Mapa de Conteúdo e Mapa de Dependência são duas ferramentas pedagógicas que sugerem a utilização de objetivos educacionais na construção de conteúdos em ambientes virtuais que utilizam objetos de aprendizagem (LIMA, 2009). Os objetivos educacionais são então estruturados conforme a taxonomia de Bloom (BLOOM *et al.* 1977), constituída por três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Cada domínio possui objetivos educacionais compostos por comportamentos e verbos que auxiliam o processo de ensino e avaliação por parte do professor, e a aprendizagem

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://iee-SA.imeetcentral.com/ltsc/>

por parte do aluno.

A utilização de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais auxilia na transmissão do conteúdo. E assim como presencialmente, nos ambientes virtuais o estudante interage com estes recursos com bastante frequência. É importante que todo o conteúdo esteja bem alinhado aos objetivos educacionais, pois na dinâmica da aprendizagem em ambientes virtuais as avaliações consideram o saber do aluno sobre os conteúdos transmitidos, principalmente através dos objetos de aprendizagem (COSTA; LUZ, 2015).

## 1.1 PROBLEMÁTICA

No contexto de aprendizagem virtual observa-se a grande utilização de objetos de aprendizagem. Todavia nem sempre os objetivos educacionais estão bem alinhados à avaliação do aluno nestes ambientes através da utilização de objetos de aprendizagem. É fundamental que os objetivos instrucionais cognitivos estejam bem definidos, pois alguns objetivos podem não ser bem definidos e outros podem ficar implícitos ao processo de aprendizagem (FERRAZ; BELHOT, 2010). Bettio e Martins (2004 *apud* AUDINO, 2012), afirmam que um objeto de aprendizagem deve ser composto por objetivos que mostram ao aprendiz o que ele poderá aprender com o conteúdo do objeto. Com relação a taxonomia de Bloom, os objetos de aprendizagem podem possuir um objetivo educacional bem definido para representar um dos níveis da taxonomia de maneira correta.

Através das novas tecnologias o processo de criação e gerenciamento de objetos de aprendizagem sob essa perspectiva pode ser otimizado, pois algumas tecnologias podem ser integradas a ambientes virtuais de aprendizagem para que interajam com repositórios de dados de objetos de aprendizagem por meio dos seus metadados<sup>2</sup>. Porém, para alguns contextos esses metadados podem demonstrar-se insuficientes do ponto de vista semântico, como por exemplo para representação da taxonomia de Bloom. Para estes casos pode-se utilizar ontologias (JEBALI; FARHAT, 2013).

Programas de computador utilizam metadados semânticos, que são metadados ligados a uma determinada ontologia para descrever as características relevantes

---

<sup>2</sup> Representam e identificam minimamente os recursos informacionais disponibilizados na Web, possibilitando uma melhor recuperação da informação pelos mecanismos de busca (ALVES, 2005).

relacionadas ao domínio representado pela mesma, para catalogar os objetos de aprendizagem em repositórios que podem ser posteriormente recuperados e utilizados por sistemas computacionais (MENOLLI *et al.* 2012).

## 1.2 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral desenvolver uma ontologia para objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom. Com a finalidade de auxiliar na dinâmica da aprendizagem em ambientes virtuais a partir da classificação correta dos objetos de aprendizagem, considerando seus objetivos educacionais, e possibilitar a classificação da aprendizagem do aluno em um dos níveis cognitivos da taxonomia de Bloom.

Para alcançarmos o objetivo geral já apresentado, dispomos ainda dos objetivos específicos:

- Identificar requisitos necessário para a construção da ontologia sob a perspectiva da taxonomia de Bloom;
- Verificar a viabilidade da utilização da ontologia em uma ferramenta de aprendizagem virtual para classificação dos objetos de aprendizagem;
- Avaliar a aceitação e usabilidade da ontologia por meio do ambiente de aplicação da mesma, através de um estudo de caso com pedagogos.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Uma ontologia consiste em uma estrutura de conhecimento que define formalmente a relação entre termos e tem sido utilizada para organizar informações, auxiliar no processamento de linguagem natural, na recuperação de informação e no gerenciamento de objetos de aprendizagem (BENNERS-LEE, 2001; KÜCK, 2004).

Uma das formas de representação de metadados mais robustas atualmente ocorre por meio do uso de ontologias, pois fornecem um vocabulário que melhor identifica um conjunto de dados e representa esses dados de maneira a aumentar a expressividade do dado dentro do contexto em que foi criado (ISOTANI e BITTENCOURT, 2015), além de reduzir a ambiguidade (SILVA, 2017).

As ontologias são utilizadas para definir e descrever os domínios de objetos e conceitos, como é o caso dos objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom. Repositórios de objetos de aprendizagem, ambientes virtuais de aprendizagem, jogos educacionais, por exemplo, utilizam ontologias para modelar o ambiente de aprendizagem dos alunos (BOTELHO; PIRES, 2008).

Muitos ambientes virtuais dispõem da utilização de objetos de aprendizagem para auxiliar a aprendizagem do aluno. Todavia, na educação é necessário decidir e definir objetivos de aprendizagem. De forma consciente, o processo educacional acontece de modo a oportunizar mudanças de pensamentos, ações e condutas. É fundamental ter os objetivos instrucionais cognitivos bem definidos (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Diante deste contexto observa-se a necessidade de um artefato de software capaz auxiliar o gerenciamento de objetos de aprendizagem, capaz de oferecer a semântica necessária para seus metadados, principalmente relacionado aos objetivos educacionais, bem como o acompanhamento da aprendizagem do aluno através da taxonomia de Bloom.

Este trabalho apresenta uma ontologia para objetos de aprendizagem, considerando a taxonomia de Bloom, para auxiliar na classificação dos objetos de aprendizagem e dos alunos que os utilizam. O contexto de aplicação desta ontologia foi o jogo virtual K-hunters, pois o mesmo utiliza objetos de aprendizagem e oferece um *feedback* de avaliação do aluno para cada atividade relacionada a um objeto de aprendizagem.

#### 1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Inicialmente realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre objetos de aprendizagem e Taxonomia de Bloom, visando identificar a partir dos resultados da revisão quais métodos, ferramentas, linguagens, conceitos utilizados, e as características dos objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom nas descrições das ontologias dos estudos retornados.

A ontologia foi desenvolvida utilizando o editor de ontologias *Protégé* (PROTEGE, 2017), uma ferramenta bastante utilizada para construção de ontologias, pois oferece várias ferramentas de visualização e validação das mesmas. A ontologia

foi desenvolvida considerando os resultados da RSL, além das ferramentas pedagógicas Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências, para determinar o domínio da ontologia.

O contexto de aplicação e validação da ontologia foi o da ferramenta K-hunters (SILVA, 2018). Para tanto, além da base de conhecimento ontológica, foi necessário realizar algumas alterações na ferramenta, relacionado principalmente às tarefas de cadastrar e gerenciar objetos de aprendizagem, além da inserção de dois agentes ao Sistema Multiagente (SMA) da ferramenta. Tendo organizado o ambiente da ferramenta K-hunters para a utilização da ontologia deste trabalho, foi realizado ainda um estudo de caso com professores formados em pedagogia.

Todo o processo metodológico da pesquisa foi norteado por meio das questões de pesquisa, organizadas sob a perspectiva do *Design Science* (HEVNER *et al.*, 2004). Conforme Weringa (2008), pode-se apresentar uma questão geral de pesquisa, bem como decompor esta questão em questões secundárias. Inicialmente apresenta-se a questão geral de pesquisa (QGP):

**QGP** - Como uma ontologia pode ser estruturada para classificar objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom e ainda possibilitar a classificação do aluno que os utiliza.

Relacionadas à questão geral de pesquisa apresentada anteriormente, seguem as seguintes questões secundárias de pesquisa (QSP):

**QSP1** – Quais são as propriedades necessárias para a classificação correta dos objetos de aprendizagem na taxonomia de Bloom?

**QSP2** – Como estabelecer a dependência entre os objetos respeitando a hierarquia da taxonomia?

**QSP3** – Como classificar a aprendizagem cognitiva gradativa do aluno para determinado conteúdo a partir da sua interação com os objetos de aprendizagem?

**QSP4** – Como avaliar a efetividade da ontologia para ambientes virtuais de aprendizagem na perspectiva da taxonomia de Bloom?

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este trabalho está organizado em seis capítulos. O primeiro dedicado à apresentação do contexto-problema da pesquisa, objetivos, justificativa e metodologia da pesquisa. O segundo capítulo descreve os principais conceitos deste trabalho que são a taxonomia de Bloom, objetos de aprendizagem e ontologias. No capítulo 3 apresenta-se o desenvolvimento de uma revisão sistemática para objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom, bem como a discussão sobre os trabalhos relacionados. O desenvolvimento da ontologia pode ser acompanhado do capítulo 4, bem como o contexto de aplicação. A validação da ontologia é apresentada no capítulo 5, com a aplicação de um estudo de caso para avaliar a utilidade da ontologia no ambiente de aprendizagem K-hunters. Por fim, as considerações finais sobre a pesquisa, limitações e trabalhos futuros são apresentadas no capítulo 6.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os principais conceitos que subsidiaram a pesquisa. A explanação dos mesmos pode ser acompanhada nas próximas seções. Na seção 2.1 apresenta-se a discussão teórica sobre a taxonomia de Bloom e sua utilização na educação. A seção 2.2 traz a possibilidade de utilização de objetos de aprendizagem na educação e sua definição. E a seção 2.3 apresenta a definição de Ontologias e sua aplicação para o contexto pesquisado.

### 2.1 TAXONOMIA DE BLOOM

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento (BRASIL, 2016). Segundo o documento:

Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2016, p. 8).

Observa-se no trecho mencionado anteriormente que, o objetivo da BNCC é assegurar o desenvolvimento de competências para os alunos através da mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Ser competente significa que o aluno será capaz de utilizar o conhecimento construído ao se defrontar com um problema.

Liska e Ribeiro (2018) afirmam que os objetivos de aprendizagem dos componentes curriculares estabelecidos pela BNCC visam a aprendizagem do aluno. Os mesmos apresentam a discussão sobre a utilização da taxonomia de Bloom para a definição dos objetivos, tendo em vista que os verbos presentes na taxonomia permitem indicar o aumento de demanda cognitiva ao longo dos anos de escolaridade.

A taxonomia proposta por Bloom et al. (1977), conhecida como taxonomia de

Bloom, tem como objetivo ajudar no planejamento, organização e controle dos objetivos de aprendizagem. Taxonomias são utilizadas, basicamente, para classificação ou organização de um sistema pré-definido que visa a recuperação de alguma informação, e como forma de organizar o processo de ensino-aprendizagem por meio de objetivos educacionais pode-se utilizar a Taxonomia de Bloom (LIMA, 2009).

Os objetivos educacionais são divididos pela taxonomia em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. O domínio cognitivo abrange a aprendizagem intelectual, o domínio afetivo abrange aspectos relacionados a sensibilização e gradação de valores pelo aluno, e o domínio psicomotor abrange as habilidades para a execução de tarefas que exigem o aparelho motor. A organização desses objetivos é hierárquica, partindo do objetivo mais simples até o mais complexo, proporcionando o desenvolvimento de habilidades que vão crescendo em complexidade até atingir os níveis mais altos (PRATA e NASCIMENTO, 2007). Dos domínios mencionados, o cognitivo tem sido um dos mais aplicados por ter sido implementado em sua totalidade.

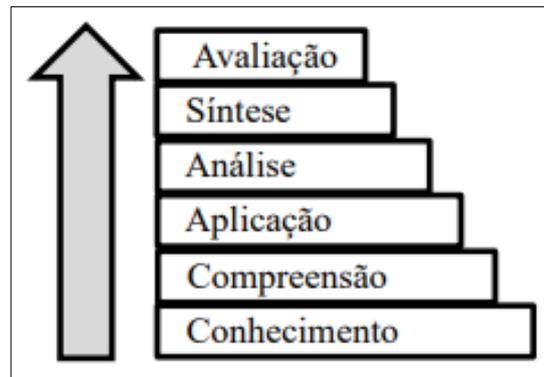
A organização dos objetivos educacionais também é feita através de verbos que descrevem o processo de progressão cognitiva, expressa por meio de uma ação ou comportamento do aprendiz sobre o conteúdo a ser estudado. O domínio cognitivo envolve a aquisição de um novo conhecimento e agrupa os objetivos – verbos – em seis categorias ou níveis. Para ascender a uma nova categoria é preciso ter obtido um desempenho adequado na anterior. Cada categoria utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores. As categorias do domínio cognitivo são: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação (FERRAZ; BELHOT, 2010; COSTA *et al.* 2014). A figura 1 ilustra os níveis do domínio cognitivo da taxonomia.

Lima (2009) utilizou em seu trabalho a taxonomia de Bloom e propôs duas ferramentas pedagógicas para planejamento de cursos em ambientes virtuais de aprendizagem<sup>3</sup>, o Mapa de Conteúdo e o Mapa de Dependência. As ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar o professor na escolha dos objetivos educacionais e nos verbos para os conteúdos do curso, conforme a taxonomia de Bloom em seu domínio cognitivo. A figura 2 e figura 3 apresentam respectivamente a escolha do objetivo educacional e o verbo pertencente ao nível escolhido.

---

<sup>3</sup> Espaços virtuais acessíveis através de computador e internet para que os alunos possam se reunir, compartilhar, colaborar e aprender. Geralmente oferecem uma interface gráfica e ferramentas de comunicação assíncrona (fórum, e-mail, blog, mural) e síncrona (chat) (PAIVA, 2010).

Figura 1– Nível Cognitivo da Taxonomia de Bloom



Fonte: Rocha (2013).

Figura 2 – Mapa de Conteúdo: organização dos objetivos educacionais

<input checked="" type="radio"/>	<b>Conhecimento</b>	O aluno deverá recordar ou reconhecer informações, idéias e princípios na forma idêntica ao que foi apresentando Exemplos dos verbos que devem aparecer nas atividades para esse nível escreva, liste, rotule, mostre, tabule, enumere, copie, selecione, nomeie, diga, defina, reproduza, relate, identifique, cite, colate e evoque
<input type="radio"/>	<b>Compreensão</b>	O aluno deverá traduzir, compreender ou interpretar informações com base no que foi apresentado Exemplos dos verbos que devem aparecer nas atividades para esse nível explique, associe, distinga, estenda, estimule, agrupe, sume, converta, discuta, traduza, ordene, diferencie, resuma, parafraseie, descreva, interprete e ilustre
<input type="radio"/>	<b>Aplicação</b>	O aluno deverá usar um conhecimento anterior para resolver situação que não tenha sido apresentado anteriormente a ele Exemplos dos verbos que devem aparecer nas atividades para esse nível use, compute, resolva, aplique, calcule, termine, experimente, demonstre, descubra, determine, tome, estabeleça, articule, transfira, ensine, prepare e construa
<input type="radio"/>	<b>Análise</b>	O aluno deverá distinguir, classificar e relacionar pressupostos, hipóteses, evidências ou estruturas de um conteúdo apresentado Exemplos dos verbos que devem aparecer nas atividades para esse nível analise, classifique, categorize, compare, contraste, deduza, arranje, conecte, divida, priorize, indique, diagrame, discrimine, focalize e separe
<input type="radio"/>	<b>Síntese</b>	O aluno deverá criar, integrar ou combinar idéias num produto, plano ou proposta, novos para ele Exemplos dos verbos que devem aparecer nas atividades para esse nível crie, proponha, formule, modifique, planeje, elabore, hipótese, invente, projete, desenvolva, ligue, componha, generalize, substitua, integre, rearranje, reescreva, adapte, antecipe e compile
<input type="radio"/>	<b>Avaliação</b>	O aluno deverá apreciar, avaliar ou criticar algo com base em padrões e critérios específicos Exemplos dos verbos que devem aparecer nas atividades para esse nível julgue, argumente, avalie, recomende, critique, justifique, decida, teste, convença e conclua
<input type="button" value="Avançar"/>		

Fonte: Lima (2009)

Na figura 2 são apresentadas as opções que a ferramenta Mapa de Conteúdo disponibiliza para que o professor selecione, ao cadastrar um novo conteúdo em uma plataforma virtual. As opções dizem respeito aos seis níveis do domínio cognitivo da

taxonomia de Bloom e, para cada nível, apresenta o objetivo que se deseja para o conteúdo. A figura 3 apresenta os verbos relacionados à opção Aplicação, mostrada na figura 2. Os verbos são sugeridos para fazerem parte do enunciado de questões e/ou atividades a serem desenvolvidas pelos alunos.

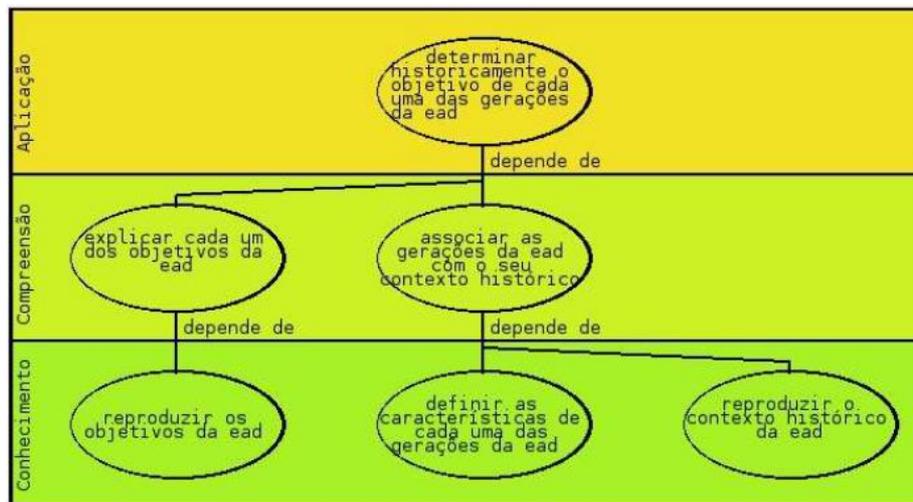
Figura 3: Verbos para o nível Aplicação do domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom.

<b>De acordo com o comportamento esperado do aluno, qual o verbo que melhor define o objetivo educacional que está sendo proposto para o conteúdo: "Conceitos Básicos"?</b>	
<input type="radio"/>	use
<input type="radio"/>	compute
<input type="radio"/>	resolva
<input type="radio"/>	aplique
<input type="radio"/>	calcule
<input type="radio"/>	termine
<input type="radio"/>	experimente
<input type="radio"/>	demonstre
<input type="radio"/>	descubra
<input type="radio"/>	determine
<input type="radio"/>	torne
<input type="radio"/>	estabeleça
<input type="radio"/>	articule
<input type="radio"/>	transfira
<input type="radio"/>	ensine
<input type="radio"/>	prepare
<input type="radio"/>	construa
<input type="button" value="Avançar"/>	

Fonte: Lima (2009)

Cada verbo foi organizado de maneira única para representar a habilidade daquele nível a qual pertence. No contexto das ferramentas apresentadas por Lima (2009), as atividades elaboradas sob determinado objetivo devem conter os verbos de acordo com o comportamento esperado, visando auxiliar o processo de avaliação do aluno. A ferramenta Mapa de Dependência está associada ao Mapa de Conteúdo e ajuda a organizar o conteúdo, estabelecendo a dependência entre os mesmos e obedecendo também a hierarquia da taxonomia de Bloom, como pode ser visto na figura 4.

Figura 4 - Exemplo de um Mapa de Dependências



Fonte: Lima (2009)

Para o conteúdo de “Educação à Distância”, a figura 4 apresenta seis objetivos cadastrados pelo professor, dentre os quais três pertencem ao nível Conhecimento da taxonomia, dois pertencem ao nível Compreensão e um pertence ao nível Aplicação. Além disso, a dependência entre os mesmos é apresentada por meio da ferramenta, como pode ser observado na imagem através da palavra “depende de”. Como apresentado, o objetivo “explicar cada um dos objetivos da ead” depende do objetivo do nível conhecimento “reproduzir os objetivos da ead”.

As ferramentas propostas por Lima (2009) representam uma contribuição para o contexto da educação à distância<sup>4</sup>. Pois assim como no ensino presencial, faz-se necessário estabelecer objetivos educacionais para acompanhar o desenvolvimento cognitivo do aluno em ambientes virtuais. Rodrigues e Capellini (2012) afirmam que a educação à distância tem ganhando cada vez mais espaço, tendo em vista os benefícios do uso das novas tecnologias como o computador na educação.

A taxonomia de Bloom auxilia o professor na decisão sobre qual ação ou comportamento o aluno deverá desempenhar para realizar determinada atividade e alcançar o objetivo proposto, bem como a organizar um conteúdo de maneira coerente, seja no ensino presencial ou à distância. Portanto, a elaboração dos objetivos educacionais oferece o norteamento para o desenvolvimento de práticas e atividades

<sup>4</sup> Modalidade educacional mediada por recursos didático-pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem através da utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação.

que estimulem a aprendizagem cognitiva do aluno de maneira progressiva. E atrelada a essa perspectiva, sabe-se que o processo de ensino-aprendizagem conta com vários recursos, seja para auxiliar professores ou alunos na compreensão dos objetivos educacionais. A partir desses recursos os mesmos podem desenvolver as habilidades em cada objetivo, recursos com esta finalidade são conhecidos como objetos de aprendizagem.

## 2.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Objetos de aprendizagem, segundo os padrões de aprendizagem IEEE, pode ser definido como uma entidade, digital e/ou não-digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada por tecnologia que apoia o processo de aprendizagem. São exemplos de objetos de aprendizagem: arquivos de textos, imagens, áudio ou vídeo com finalidade educativa, podendo ainda estar sob a forma de módulos que podem ser integrados com outros objetos de aprendizagem formando assim materiais de aprendizagem (IEEE, 2002; PARAMARTHA *et. al.* 2014).

Exemplos de tecnologia de suporte ao processo de ensino e aprendizagem incluem aprendizagem interativa, sistemas instrucionais assistidos por computadores inteligentes, sistemas de educação à distância, e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdos de aplicação multimídia, conteúdos instrucionais, objetivos de aprendizagem, ferramentas de software e software educacional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante o processo de suporte da tecnologia ao ensino e aprendizagem (IEEE, 2002).

Outra definição para objetos de aprendizagem o apresenta como sendo qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino (WILEY, 2001). Logo, não há um tipo específico de arquivo digital para objetos de aprendizagem, podendo os mesmos serem desenvolvidos em vários formatos, como na forma de simulações, animações, apresentações, textos, arquivos de áudio e/ou vídeo, fotografias, imagens, diagramas, mapas conceituais, gráficos, páginas Web estáticas ou dinâmicas, dentre outros (SILVA, 2017).

Identifica-se assim, que os objetos de aprendizagem são de fato recursos que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem apoiado pelos objetivos educacionais, tendo em vista que cada objeto de aprendizagem deve possuir um

objetivo explícito de aprendizagem. Bettio e Martins (2004 *apud* AUDINO, 2012), afirmam que um objeto de aprendizagem é composto por: objetivos, tendo como finalidade mostrar ao aprendiz o que ele poderá aprender com o estudo do objeto; conteúdo instrucional, o material didático que é preciso para que no final o aluno atinja os objetivos dispostos; e *feedback*, que pode ser uma avaliação, para que o aluno veja se atingiu objetivos, e se não, utilizá-lo novamente, quantas vezes for necessário.

Em ambientes virtuais de aprendizagem, objetos de aprendizagem são bastante utilizados, como poderá ser visto mais adiante no capítulo 3 desta dissertação. Costa e Luz (2015), apresentam em seu trabalho a construção de um objeto de aprendizagem baseado na taxonomia de Bloom, para o ensino de conteúdos do curso de Enfermagem para o ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*<sup>5</sup>. Primeiramente os autores estabeleceram os objetivos educacionais, seguindo a taxonomia de Bloom, depois produziram o objeto de aprendizagem a ser disponibilizado na plataforma.

Outra forma de utilização de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais é através de jogos educacionais, como acontece na ferramenta K-hunters (SILVA, 2018), um jogo educativo virtual. O referido jogo utiliza objetos de aprendizagem para auxiliar a aprendizagem de crianças com ou sem autismo. A ferramenta possibilita que professores cadastrem objetos de aprendizagem que serão utilizados por alunos cadastrados no jogo. Além disso, os professores podem observar o desempenho dos alunos através de questionários associados à cada objeto cadastrado. Mais detalhes sobre o jogo será apresentado na seção 5.3 deste documento.

Neste âmbito, vislumbra-se a possibilidade de primeiro, utilizar objetos de aprendizagem com objetivos educacionais na promoção do desenvolvimento cognitivo de alunos, depois, acompanhar a aprendizagem deste aluno através das novas tecnologias que apoiem o processo de aprendizagem, como é o caso do jogo K-hunters. Segundo Audino (2012), os objetos de aprendizagem são materiais importantes no processo de ensino-aprendizagem, além de possibilitar o contato lúdico do aluno sobre o conteúdo, bem como o poder de reutilização em outros ambientes de aprendizagem.

Diante desta possibilidade faz-se necessário auxiliar o processo de criação de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem, para a sua classificação taxonômica conforme a definição dos objetivos educacionais, auxiliando

---

<sup>5</sup> Ambiente virtual de aprendizagem de código aberto e disponível em: [https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br)

ainda o acompanhamento do desenvolvimento cognitivo do aprendiz. E esse processo pode ser otimizado por meio de tecnologias digitais que possam ser integradas a ambientes virtuais de aprendizagem, e aos repositórios de dados de objetos de aprendizagem, para utilizar a semântica de seus metadados.

Metadados de objetos de aprendizagem auxiliam na manutenção de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais e repositórios de dados, além de possibilitar a reutilização de uma maneira eficiente e readaptar o conteúdo para diferentes contextos e usuários. Esses metadados descrevem as características relevantes para catalogar os objetos de aprendizagem em repositórios, que podem ser posteriormente recuperados e utilizados por sistemas computacionais (MENOLLI *et al.* 2012).

Uma das formas de representação de metadados mais robustas atualmente ocorre por meio do uso de ontologias, pois fornecem um vocabulário que melhor identifica um conjunto de dados e representa esses dados de maneira a aumentar a expressividade do dado dentro do contexto em que foi criado (ISOTANI e BITTENCOURT, 2015), além de reduzir a ambiguidade (SILVA, 2017).

As ontologias são utilizadas para definir e descrever os domínios de objetos e conceitos, como é o caso dos objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom. Repositórios de objetos de aprendizagem, ambientes virtuais de aprendizagem, jogos educacionais, por exemplo, utilizam ontologias para modelar ou classificar o aprendizado de alunos (BOTELHO; PIRES, 2008). A seção 2.3 apresenta e conceitua ontologias.

### 2.3 ONTOLOGIAS

Ontologia pode ser entendida como um artefato de software que é utilizado para classificação de objetos de algum domínio, como é o caso da taxonomia de Bloom e objetos de aprendizagem. Uma ontologia fornece um vocabulário geral sobre determinado domínio para representação do conhecimento nele contido, e para a construção semântica da base de conhecimento, dotando os sistemas de inteligência e autonomia.

Em sua essência, uma ontologia fornece a semântica para os metadados. Conforme Freitas (2003 *apud* SILVA; LIMA, 2011), as ontologias são utilizadas como ferramentas para classificar, organizar, reutilizar e compartilhar conhecimento entre

pessoas ou agentes inteligentes, caracterizando e relacionando os conceitos em um domínio. Gruber (1993) define ontologia como uma especificação formal, explícita e compartilhada de uma conceitualização, pois a mesma descreve formalmente um domínio de conhecimento.

Neste caso, uma ontologia pode ser definida como uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada, em que especificação formal quer dizer algo que é legível para os computadores (BORST, 1997). Ela explicita os conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas definidos, além de ter a capacidade de representar um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real e compartilhar conhecimento.

Desta forma a taxonomia de Bloom pode ser representada por uma ontologia, principalmente por se tratar de uma estrutura hierárquica. Assim como, objetos de aprendizagem notados semanticamente de metadados podem ser classificados por meio de uma ontologia em um dos níveis da taxonomia. O conhecimento contido em uma ontologia pode ser aproveitado por um sistema computacional e agentes inteligentes (RAJU; AHMED, 2012).

Os autores Gruber (1993) e Borst (1997) afirmam que o principal propósito da construção de ontologias é permitir compartilhamento e reutilização de conhecimento (SILVA, 2017). Entretanto, o mais importante não é o vocabulário relacionado a uma área de interesse, mas sim as conceitualizações. Noy e McGuinness (2000 *apud* RAJU; AHMED, 2012) apresentam cinco razões para o desenvolvimento de uma ontologia: partilhar uma compreensão comum da estrutura da informação entre pessoas ou agentes de software; permitir a reutilização do conhecimento do domínio; tornar explícitas as suposições de domínio; separar o conhecimento do domínio do conhecimento operacional; e analisar o conhecimento do domínio.

As ontologias são utilizadas principalmente nas áreas relacionadas a recuperação de informação na internet, processamento de linguagem natural, gestão de conhecimento, web-semântica, educação, comunicação, formalização, representação de conhecimento e reutilização (MORAIS E AMBROSIO, 2007).

Ontologias ainda podem ser classificadas como: ontologias Genéricas, que descrevem conceitos mais amplos relacionados a elementos naturais – eventos, tempo, espaço, casualidade, comportamento, funções, etc; ontologias de Domínio, que fornecem um vocabulário sistematizado de termos relacionados à execução de uma

tarefa específica; ontologias de Tarefa, que descrevem tarefas ou atividades genéricas; e ontologias de Aplicação, que contém as definições necessárias à aplicação de uma tarefa num dado domínio (GUARINO, 1997).

Como mencionado, ontologias tem como um dos principais campos de utilização a educação, e na educação *online* muitos estudos têm sido desenvolvidos na construção de ontologias para representar objetos de aprendizagem, como poderá ser visto no capítulo 3 deste trabalho.

Objetivando um aprofundamento mais sistêmico sobre os assuntos apresentados até aqui, o próximo capítulo apresenta uma revisão sistemática sobre ontologias para objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom. No próximo capítulo serão apresentadas discussões sobre a utilização de ontologias na educação, suas especificidades e aplicação, através da análise de estudos primários retornados na revisão sistemática.

### **3. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA EM ONTOLOGIAS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM**

Por meio de uma revisão sistemática da literatura, observou-se que as ontologias para objetos de aprendizagem são utilizadas ou criadas para sistemas de aprendizagem virtual, e que algumas implementam a taxonomia de Bloom em seus domínios. A seguir, apresenta-se um levantamento bibliográfico por meio de uma revisão sistemática da literatura a fim de observarmos as especificidades das ontologias que classificam ou definem objetos de aprendizagem.

#### **3.1 O MÉTODO DE REVISÃO SISTEMÁTICA**

Revisão Sistemática da Literatura, segundo (Kitchenham, 2007), trata-se de uma metodologia que permite ao pesquisador identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relacionadas a um tema ou assunto específico. Esta metodologia difere-se da revisão de literatura tradicional quando oferece métodos formais para coletar e interpretar os estudos, pois descreve todo o percurso da pesquisa desde a busca até a seleção e avaliação da qualidade dos estudos, além de apoiar pesquisas como o Estado da Arte. A RSL tem sido amplamente utilizada em diversas áreas, como Medicina e Engenharia de Software, por exemplo.

Utilizou-se da RSL para levantar o Estado da Arte sobre pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de ontologias sobre objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom em contextos de aprendizagem virtual. O presente estudo visou identificar quais métodos, ferramentas, conceitos, e contexto de aplicação utilizada, além das características dos objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom nas descrições das ontologias nos estudos primários. Isso para subsidiar os esforços desta pesquisa na concepção de uma ontologia de domínio.

A RSL deste trabalho seguiu o processo de Kitchenham (2007), e foi estruturada com base no trabalho de Queiroz e Braga (2014). Três pesquisadores participaram da revisão, sendo o revisor principal estudante de mestrado, responsável pela elaboração do protocolo seguido para a pesquisa, e os revisores especialistas, os orientadores da pesquisa, responsáveis por validar as revisões.

### 3.2 OBJETIVOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A motivação para esta RSL partiu da necessidade de pesquisar ontologias que descrevem objetos de aprendizagem, para identificar se as mesmas classificam objetos de aprendizagem conforme a taxonomia de Bloom em seus domínios cognitivo, afetivo e psicomotor. Como resultado, esperou-se obter uma visão geral das ontologias que já foram desenvolvidas nos últimos cinco anos, por meio da análise dos estudos publicados que apresentavam pesquisas sobre ontologias para objetos de aprendizagem e/ou Taxonomia de Bloom em ambientes de aprendizagem virtual.

### 3.3 QUESTÕES DE PESQUISA DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Para alcançarmos os objetivos desta revisão, buscamos responder às seguintes questões de pesquisa:

- **Questão Primária (QP):** Como as ontologias desenvolvidas atualmente organizam os domínios sobre objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom, e qual a finalidade de uso?

A questão primária ainda foi subdividida em questões secundárias:

- **Questão Secundária (QS1):** Os estudos relacionam objetos de aprendizagem com a Taxonomia de Bloom?
- **Questão Secundária (QS2):** Quais domínios da taxonomia de Bloom são descritos: cognitivo; afetivo; psicomotor; todos?
- **Questão Secundária (QS3):** Qual contexto de aplicação?

### 3.4 ESTRATÉGIAS APLICADAS

Para esta pesquisa utilizou-se as bibliotecas digitais IEEE Xplore, ACM Digital Library, Science Direct e Periódicos da CAPES. Considerou-se apenas artigos escritos na língua inglesa e que houvessem sido publicados a partir do ano de 2012.

A pesquisa nas bases informadas foi feita utilizando a combinação de palavras-chave para ser inserida nos buscadores das mesmas. Para tanto foi elaborada uma *String* que reuniu quatro termos apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Termos e Sinônimos utilizados na elaboração da String de busca

Termo	Sinônimos/Plural
Ontologia	“Ontology”, “Ontologies”
Objeto de Aprendizagem	"Learning object", "Learning objects"
Objetivo Educacional	"Education goal", "Educational goals"
Taxonomia de Bloom	"Bloom's Taxonomy", "Taxonomy of Bloom", "Taxonomy Bloom"

Para a busca nas bases utilizou-se a pesquisa avançada das mesmas, e antes de tudo avaliamos a *String* na base IEEE, para verificar se a mesma retornava trabalhos relevantes. Detalhamos a seguir como foi realizada a busca em cada base:

- **IEEE:** a opção selecionada foi “Metadata Only” e “All Results”, com isso foram retornados artigos a partir dos títulos e resumos, após isso selecionamos o intervalo de anos: a partir de 2012.
- **ACM:** selecionamos a opção “Any field” e “Matches any”. E em seguida restringimos o resultado a partir do ano de publicação 2012.
- **Science Direct:** a pesquisa foi feita a partir da área selecionada e a opção apenas “Journals e All” para o retorno de artigos. Ainda restringimos a busca para “TITLE-ABSTR-KEY” e posteriormente o ano a partir de 2012.
- **CAPES:** selecionamos os artigos pelos títulos e resumos na busca avançada. Para a primeira parte da *String* relacionada aos termos de Ontologias, selecionamos artigos que trouxessem nos títulos o termo, e para os demais termos a busca foi aplicada tanto ao título quanto ao assunto dos artigos. Fizemos dessa forma ao percebermos que os resultados sem esta restrição não eram relevantes, além da busca retornar um número elevado de artigos, muitos sem estarem no escopo da pesquisa. Aplicamos também neste momento o critério do ano (a partir de 2012).

A *String* utilizada na busca, reuniu os termos já apresentados no quadro 1 e foi organizada da seguinte forma, conforme cada base de pesquisa, como apresentado no quadro 2 a seguir:

Quadro 2: String de busca utilizada em cada base

Biblioteca Digital	String de busca
IEEE	(Ontology OR Ontologies) AND ("Education goal" OR "Educational goals" OR "Bloom's Taxonomy" OR "Taxonomy of Bloom" OR "Taxonomy Bloom" OR "Learning object" OR "Learning objects")
ACM	(Ontology OR Ontologies) AND ("Education goal" OR "Educational goals" OR "Bloom's Taxonomy" OR "Taxonomy of Bloom" OR "Taxonomy Bloom" OR "Learning object" OR "Learning objects")
CAPES	Opção marcada: Título + Contém: (Ontology OR Ontologies) AND Opção marcada: Qualquer + Contém: ("Education goal" OR "Educational goals" OR "Bloom's Taxonomy" OR "Taxonomy of Bloom" OR "Taxonomy Bloom" OR "Learning object" OR "Learning objects")
Science Direct	TITLE-ABSTR-KEY( (Ontology OR Ontologies)) and TITLE-ABSTR-KEY(("Education goal" OR "Educational goals" OR "Bloom's Taxonomy" OR "Taxonomy of Bloom" OR "Taxonomy Bloom" OR "Learning object" OR "Learning objects"))

Para a seleção dos estudos, seguimos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- **Critério de inclusão 1** - Artigos completos e resumos estendidos que apresentavam Ontologias sobre Objetivos Educacionais, Taxonomia de Bloom ou Objetos de Aprendizagem.
- **Critério de exclusão 1 (EX1)** - tiverem sido publicados antes de 2012;
- **Critério de exclusão 2 (EX2)** - não sejam artigos escritos na língua inglesa;
- **Critério de exclusão 3 (EX3)** - É um resumo ou Revisão Sistemática de Literatura, ou *surveys*;
- **Critério de exclusão 4 (EX4)** - artigos iguais ou que possuam versão atualizada (deve ser mantido apenas o mais recente);
- **Critério de exclusão 5 (EX5)** - Não descreve a Ontologia sobre Objetivos Educacionais, Objetos de Aprendizagem ou Taxonomia de Bloom;
- **Critério de exclusão 6 (EX6)** - Não apresentam como as validaram;

- **Critério de exclusão 7 (EX7)** - Não está disponível para visualização ou download no momento da pesquisa.

Os critérios foram aplicados seguindo alguns passos. Primeiramente a partir da leitura dos resumos, depois através da leitura da introdução, resultados e considerações finais dos trabalhos. Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão, analisou-se os estudos primários que restaram a partir das questões de pesquisa estabelecidas.

### 3.5 DADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

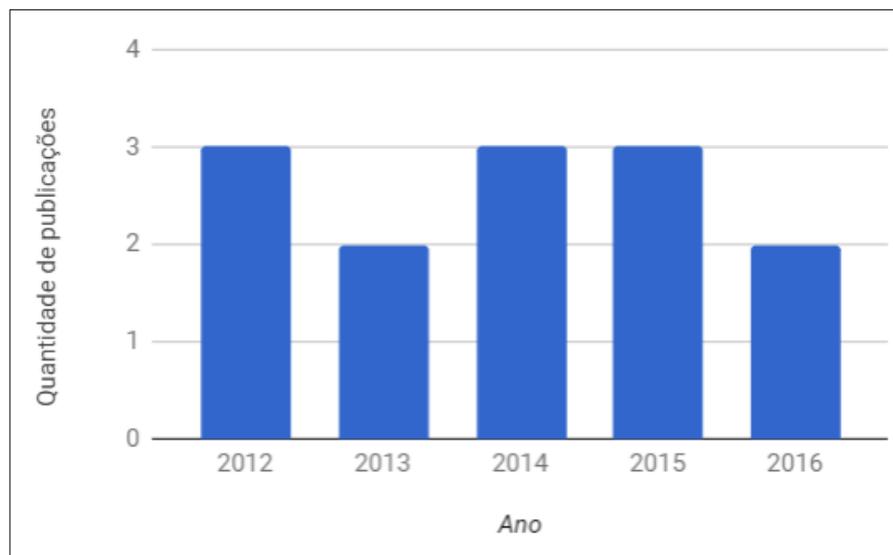
Com a aplicação do processo descrito na seção anterior, obtivemos após a aplicação da *String* de busca nas bases, o retorno de 316 artigos. Primeiramente foram aplicados os critérios de exclusão EX1, EX2, EX3 e EX4, a partir da leitura dos resumos dos estudos. Foram excluídos nesta primeira etapa 213 artigos, restando 103 para a segunda fase da revisão que foi a aplicação dos critérios de exclusão EX5, EX6 e EX7, a partir da leitura da introdução, resultados e considerações finais. Ao final destas etapas, restaram 13 artigos que obedecendo o critério de inclusão foram lidos na íntegra, após passarem pela aprovação do revisor especialista para permanecerem incluídos na revisão. O quadro 3 resume de forma sucinta os resultados da aplicação dos critérios em cada fase.

Quadro 3: quantidade de trabalhos após a análise inicial e aplicação dos critérios de Exclusão

Base	String	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5/EX6	EX7	Incluídos
IEEE	176	125	1	0	3	42	0	5
ACM	33	21	0	0	0	9	0	3
ScienceDirect	18	11	0	0	1	5	0	2
CAPES	89	50	1	0	0	30	4	3
<b>Total Parcial</b>	<b>316</b>	<b>207</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>86</b>	<b>4</b>	<b>13</b>
<b>Total Final</b>	<b>316</b>	<b>109</b>	<b>107</b>	<b>107</b>	<b>103</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

A penúltima linha do quadro 3 apresenta o resultado parcial que diz respeito a soma dos valores presentes nas linhas que a precedem. A última linha diz respeito ao total do valor após a subtração da quantidade excluída por algum critério de exclusão. Portanto lê-se da seguinte forma: a célula da coluna EX1, relacionada ao critério de exclusão 1, que contém o valor 207 diz respeito a soma dos artigos excluídos após a aplicação do critério, que subtrairá a referida quantidade do total final anterior, no caso 316, restando para esta coluna o total final 109. O mesmo acontece para as demais colunas, até que reste os estudos incluídos, após terem sido aplicados todos os critérios de exclusão. Todos os artigos incluídos foram aceitos pelo Especialista e seguiram para a avaliação da qualidade e aplicação das questões de pesquisa. A distribuição de artigos por ano pode ser observada no gráfico 1.

Gráfico 1: Distribuição por ano dos artigos selecionados



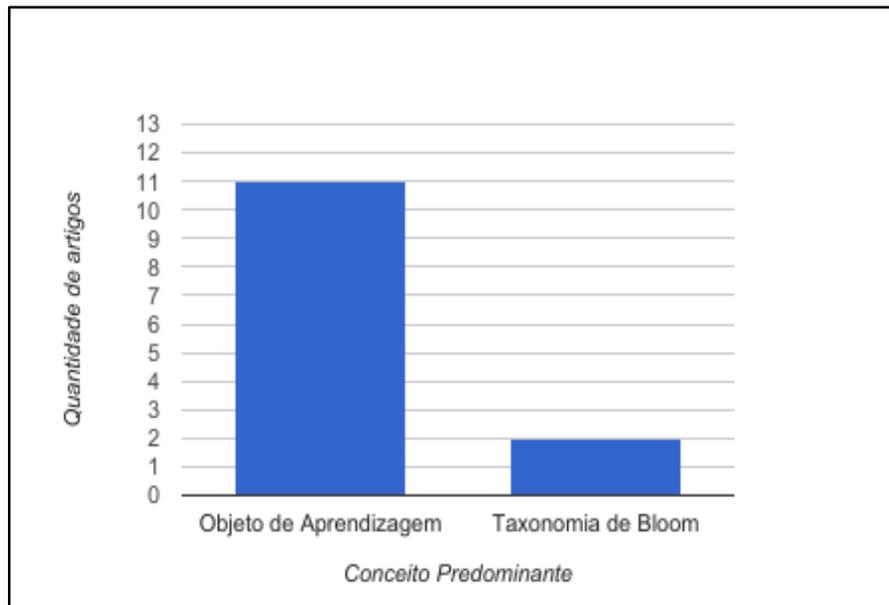
Fonte: Autor (2018)

No gráfico anterior pode-se observar que, em média, dos artigos selecionados para a revisão, três publicados nos anos de 2012, 2014 e 2015 e dois foram publicados em 2013 e 2016, totalizando ao todo 13 artigos. Dos 13 artigos, dois envolveram a taxonomia de Bloom na especificação do domínio da ontologia, os demais trouxeram como foco ontologias para objetos de aprendizagem, com foco na educação.

A maioria dos artigos apresentaram ontologias para objetos de aprendizagem para aplicação em ambientes de aprendizagem para a utilização das mesmas em

repositórios e motores de busca de objetos de aprendizagem. Dois artigos apresentaram a associação entre taxonomia de Bloom e objetos de aprendizagem. O gráfico 2 apresenta os resultados da avaliação dos artigos quanto a questão secundária QS1 de pesquisa.

Gráfico 2: Quantidade de artigos por tema



Fonte: Autor (2018)

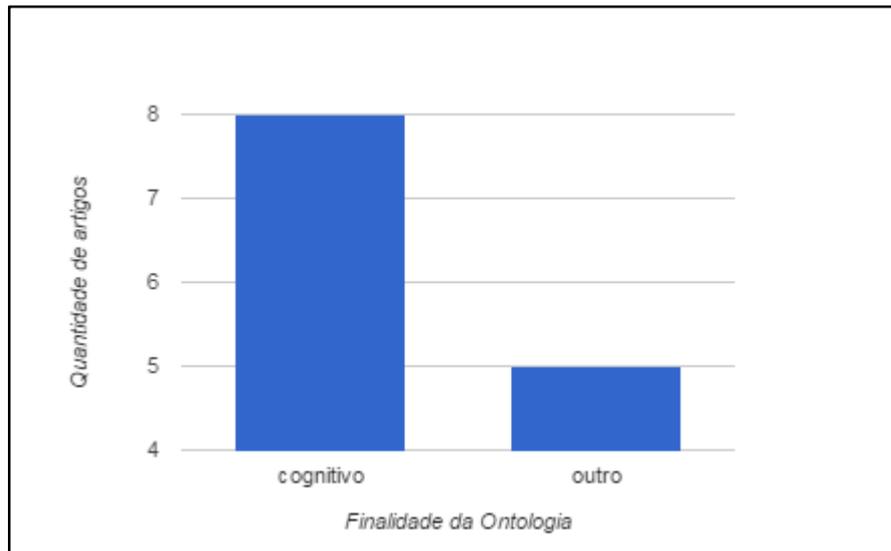
Observou-se que dois dos artigos trouxe de maneira predominante o conceito da taxonomia de Bloom em suas ontologias. Os objetivos educacionais fazem parte também da Taxonomia de Bloom.

Ficou evidenciado nos estudos que, alguns artigos não apresentaram de maneira clara a qual domínio, considerando que a taxonomia de Bloom apresenta objetivos relacionados à três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor, pertencia a proposta da ontologia. Entretanto, observou-se com relação aos objetos de aprendizagem, se os mesmos consideravam o desenvolvimento cognitivo, a afetividade ou a atividade psicomotora em suas propostas. Definiu-se assim que a grande maioria priorizou o domínio cognitivo, conforme apresentamos no gráfico 3, relacionado a questão secundária QS2.

Nota-se a partir dos dados do gráfico que o domínio predominante é o cognitivo, e que nenhuma ontologia demonstrou considerar o domínio afetivo ou psicomotor em sua descrição. Cinco artigos, tratam de Objetos de Aprendizagem, mas a finalidade da

ontologia esteve relacionada na otimização de consultas personalizadas em repositórios de ambientes virtuais, estando a definição das ontologias centradas na estrutura dos objetos de aprendizagem, quanto a interoperabilidade, personalização, etc, como poderá ser visto na seção 3.6.

Gráfico 3: Finalidade das Ontologias, considerando os domínios da Taxonomia de Bloom



Fonte: Autor (2018)

Visto que o uso predominante das ontologias é para sistemas *web*, todas as Ontologias dos artigos são para utilização em ambientes eletrônicos de aprendizagem, seja para a personalização objetos de aprendizagem, ou para a organização deste ambiente para modelar a aprendizagem, como a taxonomia de Bloom, por exemplo.

Com relação a questão secundária QS3, a próxima seção (capítulo 3.6) apresenta as especificidades de cada estudo e o contexto de aplicação das ontologias dos estudos.

### 3.6 ESTUDOS PRIMÁRIOS E TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção é discutido os estudos primários de interesse deste trabalho, apresentados no quadro 4. Organizamos os artigos a partir de um identificador que preservamos desde o início da revisão, a base onde foi encontrado, local da publicação, autores, título e o ano de publicação.

Quadro 4: Estudos primários

ID	Base	Publicação	Autor(es)	Título	Ano
2	CAPES	Computers in Human Behavior	Ouf, Shima; Abd Ellatif, Mahmoud; Salama, S.E.; Helmy, Yehia	A proposed paradigm for smart learning environment based on semantic web	2016
7	CAPES	Automation in Construction	Raju, Pathmeswaran; Ahmed, Vian	Enabling technologies for developing next-generation learning object repository for construction	2012
8	CAPES	Informatica Economica Journal	Lidia Bajenaru; Ana-Maria Borozan; Ion Smeureanu	Using Ontologies for the E-learning System in Healthcare Human Resources Management	2015
40	ACM	iiWAS '14 Proceedings of the 16th International Conference on Information Integration and Web-based Applications	A. A. Gede Yudhi Paramartha	Ontology-based Learning Object Searching Technique with Granular Feature Extraction	2014
41	ACM	ICACCI '12 Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics	K. Sathiyamurthy	An approach towards dynamic assembling of learning objects	2012
42	ACM	iiWAS '14 Proceedings of the 16th International Conference on Information Integration and Web-based Applications	Juha Puustjärvi	The Problem of Searching Interdisciplinary Learning Objects	2014
57	IEEE	Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)	Eleni-Maria Kalogeraki; Christos Troussas; Dimitris Apostolou; Maria Virvou; Themis Panayiotopoulos	Ontology-based model for learning object metadata	2016

ID	Base	Publicação	Autor(es)	Título	Ano
62	IEEE	Electrical Engineering and Software Applications (ICEESA)	Baraa Jebali; Ramzi Farhat	Ontology-based semantic metadata extraction approach	2013
82	IEEE	Informatica (CLEI)	André Luís Andrade Menolli; Sheila Reinehr; Andreia Malucelli	Ontology for organizational learning objects based on LOM standard	2012
83	IEEE	Application of Information and Communication Technologies (AICT)	Maria Karpova; Vadim Shmelev; Alexey Dukhanov	An automation of the course design with use of learning objects with evaluation based on the Bloom taxonomy	2015
92	IEEE	Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA)	Houssem Abdellaoui; Mohamed Achraf Ben Mohamed; Khaireddine Bacha; Mounir Zrigui	Ontology based description of an accessible learning object	2013
103	SD	Procedia Computer Science	Vadim Shmelev, ,	An Approach of Learning Path Sequencing Based on Revised Bloom's Taxonomy and Domain Ontologies with the Use of Genetic Algorithms	2015
106	SD	Computers in Human Behavior	Kurilovas, E., Kubilinskiene, S., and Dagiene, V.	Web 3.0 – Based personalisation of learning objects in virtual learning environments	2014

Dos trabalhos selecionados, após a leitura completa do artigo, considerou-se ainda a qualidade dos mesmos e a resposta às perguntas já apresentadas nas seções anteriores. Considerou-se assim, se os trabalhos apresentavam os objetivos de forma clara, se relacionavam a proposta com outros trabalhos, quanto a realização de experimentos para validar as ontologias, se discutiram os resultados e se a solução era simples de ser utilizada.

De maneira geral os trabalhos demonstraram ter boa qualidade, considerando os critérios apresentados anteriormente, e poucos trabalhos não relacionaram a pesquisa

com outros trabalhos ou não apresentaram a validação da ontologia. Quase metade das pesquisas demonstraram-se pertinentes, com relação a utilização das ontologias em novas pesquisas na educação. As pesquisas que foram consideradas de difícil reprodução são as que estão associadas ao desenvolvimento de outras ferramentas e não só a ontologia para a solução do problema proposto. De maneira sucinta, o quadro 5 apresenta este resultado.

Quadro 5: Avaliação da Qualidade

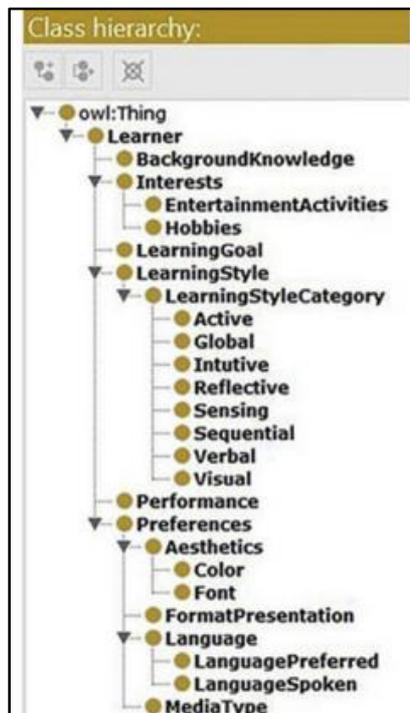
ID	Motivação e objetivos estão claros?	Discute os resultados?	Relaciona com outros trabalhos e/ou outras soluções?	Realizou estudo experimental para avaliar a solução?	A solução é simples de ser utilizada?
2	sim	sim	sim	sim	sim
7	sim	sim	sim	sim	não
8	sim	sim	não	não	sim
40	sim	sim	não	sim	não
41	sim	sim	sim	sim	não
42	sim	sim	não	sim	não
57	sim	sim	sim	sim	sim
62	sim	sim	sim	sim	não
82	sim	sim	sim	sim	sim
83	sim	sim	não	sim	não
92	sim	sim	sim	sim	sim
103	sim	sim	não	sim	não
106	sim	sim	sim	sim	sim

O trabalho 2, traz como foco a aprendizagem personalizada do aluno em ambientes de aprendizagem virtual. A pesquisa apresenta um *framework* para sistemas *e-learning* com a utilização de ontologias. Quatro ontologias são criadas, considerando o modelo de aprendizagem do aluno, objetos de aprendizagem, atividades de aprendizagem e métodos de aprendizagem.

A ontologia do modelo de aprendizagem (Figura 5) considera sete categorias que cobrem características diferentes para cada aluno de forma individual, incluindo categoria de personalidade, que armazena informações sobre o estilo de aprendizagem do aluno. A ontologia do objeto de aprendizagem (Figura 7) consiste em diferentes módulos que introduz o módulo de aprendizagem, informações sobre o conteúdo que está contido no módulo e sua adequação para vários alunos em vários níveis; um módulo inclui um conjunto de domínios, em que cada domínio é composto por um ou

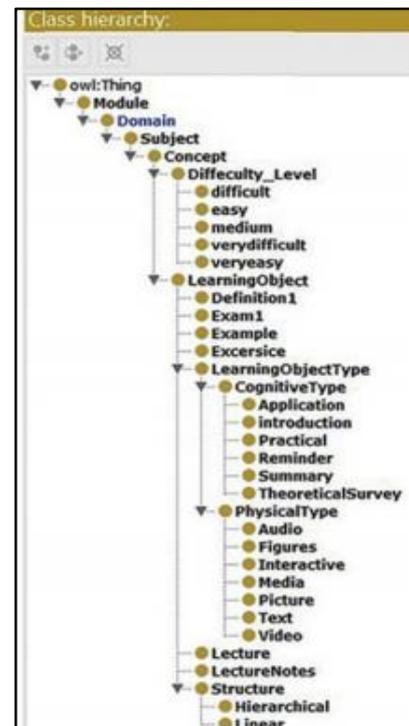
mais sujeitos. A ontologia de atividades (Figura 6) de aprendizagem reúne as atividades de um aluno, de forma organizada para melhorar os seus conhecimentos. E a Ontologia de Métodos de Aprendizagem (Figura 8) reúne métodos aplicados para a aprendizagem.

Figura 5: Ontologia Modelo de Aprendizagem - Trabalho 2



Fonte: (OUF et. al. 2016)

Figura 7: Ontologia Objetos de Aprendizagem - Trabalho 2



Fonte: (OUF et. al. 2016)

Figura 6: Ontologia Atividades de Aprendizagem - Trabalho 2



Fonte: (OUF et. al. 2016)

Figura 8: Ontologia Métodos de Aprendizagem - Trabalho 2



Fonte: (OUF et. al. 2016)

Quatro passos foram usados para criar as quatro ontologias apresentadas: criar classes e hierarquia de classes, determinar as propriedades do objeto, determinar as instâncias da ontologia, e os axiomas da ontologia. Porém, o referido trabalho apresentou apenas a primeira e a segunda etapa da pesquisa.

As quatro ontologias são usadas para representar conhecimento sobre o domínio do *e-learning*. No entanto, a utilidade das ontologias é limitada pelos mecanismos de processamento que são considerados importantes formas de representação. A *Semantic Web Rule Language* (SWRL)<sup>6</sup> é usada no trabalho como passo essencial por ser uma linguagem de regras padronizada para a *web*, e é usada juntamente com a ontologia possibilitando criar um *e-learning* inovador conectado à web semântica. A SWRL é usada para representar regras de inferência em modelos de conhecimento representados em OWL<sup>7</sup> de uma forma semanticamente consistente. No referido artigo analisado, o ambiente de aprendizagem personalizado possui um conjunto de regras para permitir mecanismos de inferência para definir o perfil do aluno determinando todos os recursos com os quais o aluno irá interagir. Isso é percebido por meio de um questionário que dependendo da resposta ao especificar a qual categoria de aprendizagem o aluno pertence. A ontologia do modelo do aluno (Figura 5) é atualizada com as regras estabelecidas nas propriedades da ontologia (Figura 9).

A ontologia desenvolvida no trabalho **2** auxilia o aluno na trilha de aprendizado de maneira inteligente e mais flexível. Principalmente porque relaciona as atividades de aprendizagem, métodos e objetos de aprendizagem conforme o estilo de aprendizagem do aluno. Isso por meio das regras de inferência definidas nas ontologias.

A discussão do trabalho **7** apresenta ontologia como recurso para ser utilizada em repositórios de objetos de aprendizagem. O artigo informa sobre a falta de ontologias para a construção de objetos de aprendizagem na educação até então, e teve por objetivo apresentar o desenvolvimento de um repositório de objetos de aprendizagem utilizando uma ontologia que os autores denominaram de Ontologia da Educação. No decorrer do trabalho são apresentadas as ferramentas e linguagens

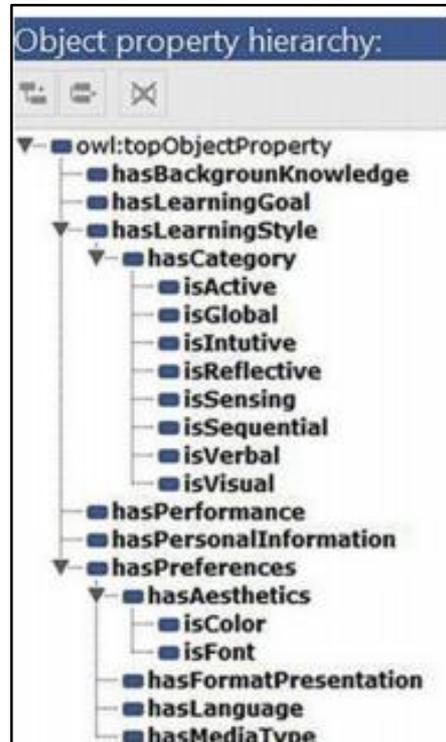
---

<sup>6</sup> Uma extensão da OWL para a construção de regras em uma representação OWL. Fonte: <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>.

<sup>7</sup> A OWL é uma linguagem para definição e instanciação de ontologias. Provê uma forma de descrever as classes e as relações entre elas que são inerentes a documentos e aplicativos. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl-features/>

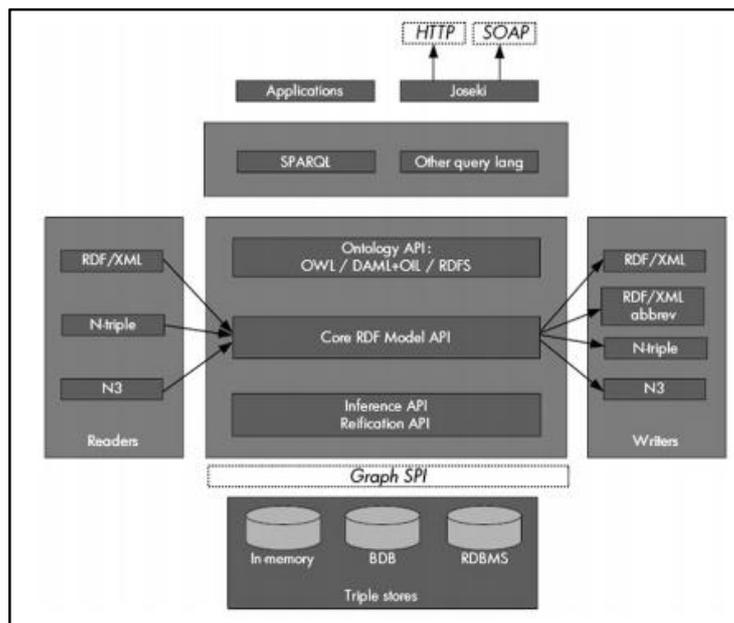
necessárias para a criação da ontologia, bem como o *framework* Jena (Figura 10), e interfaces para a web semântica.

Figura 9: Object Property Modelo de Aprendizagem - Trabalho 2



Fonte: (OUF et. al. 2016)

Figura 10: Arquitetura Jena - Trabalho 7

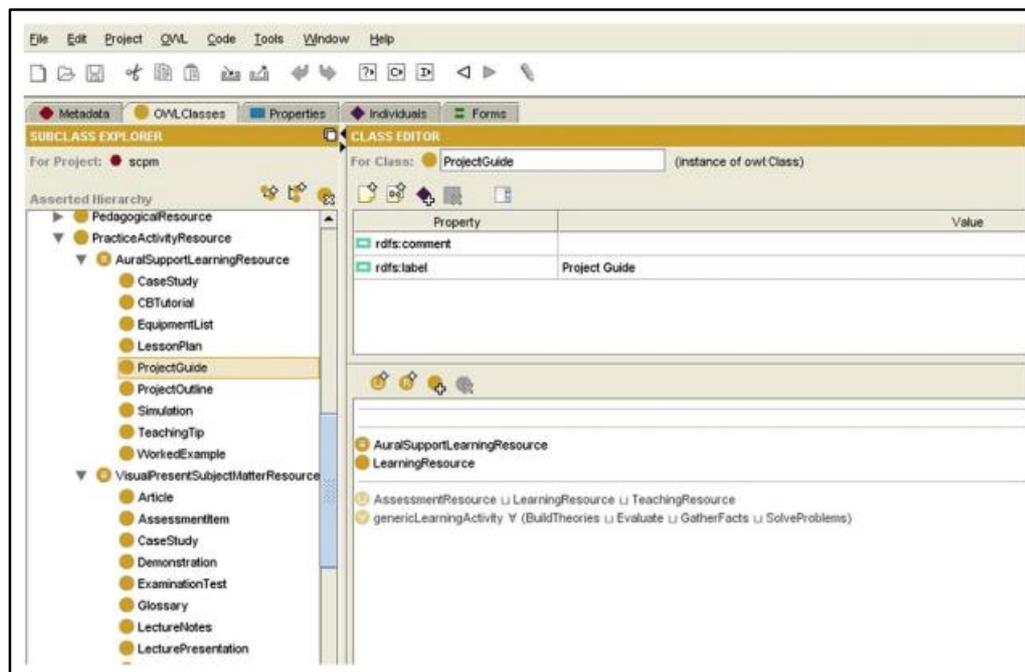


Fonte: (RAJU; AHMED, 2012)

A API de ontologia Jena é usada para processar ontologias OWL e RDFS<sup>8</sup>. A ontologia de educação do trabalho em questão baseia-se na OWL; a API Jena foi usada para processar as classes e conceitos da ontologia para repositório de objetos de aprendizagem do artigo 7. (RAJU; AHMED, 2012)

A pesquisa do trabalho 7 visou o desenvolvimento de uma ontologia para criação de objetos de aprendizagem, a fim de reutilizar e partilhar a aprendizagem. O repositório criado a partir da utilização de tal ontologia possibilitou a consulta de maneira fácil e de forma personalizada. Para tanto os autores consideraram metodologias pedagógicas e elementos de metadados para representação da aprendizagem pela ontologia e identificar um vocabulário comum de termos e conceitos para a educação para aumentar a compatibilidade dos domínios de construção. A ontologia é apresentada a seguir (Fig. 11).

Figura 11: Ontologia de Educação - Trabalho 7

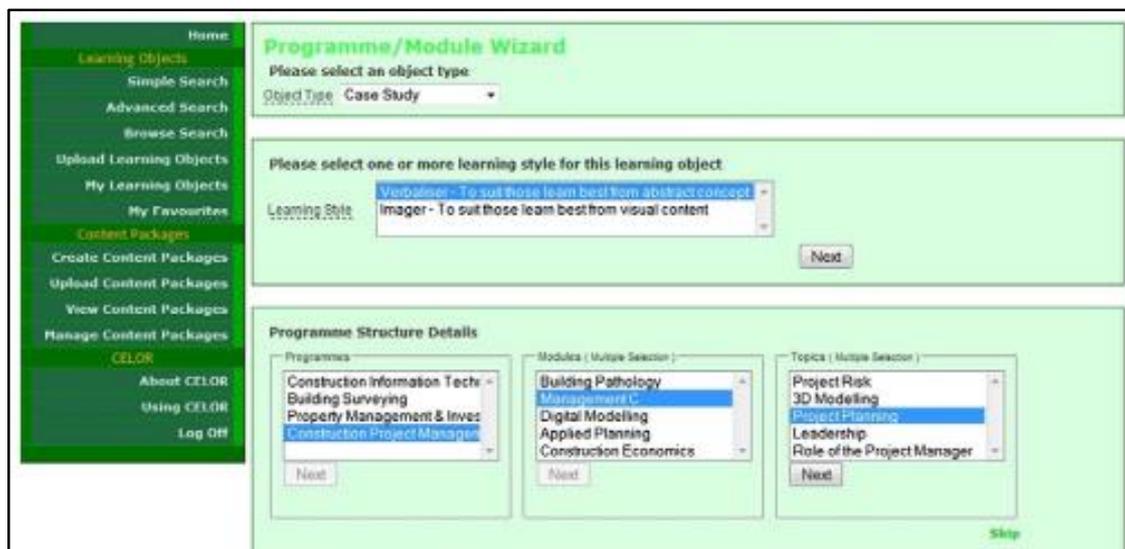


Fonte: (RAJU; AHMED, 2012)

<sup>8</sup> Método geral para descrição ou modelagem conceitual de informações que são implementadas em recursos da Web. Fonte: <https://www.w3.org/TR/rdf-mt/>

Para permitir a personalização, os objetos de aprendizagem fornecem informações pedagógicas tal como estilos de aprendizagem. A ontologia foi desenvolvida para especificar esses conceitos de domínio e a estrutura dos objetos de aprendizagem. O resultado deste trabalho é apresentado na figura 12, com a interface do repositório criado para auxiliar na inserção das informações educacionais, e as informações necessárias e específicas de cada objeto de aprendizagem identificadas pela ontologia.

Figura 12: Interface do usuário - Trabalho 7



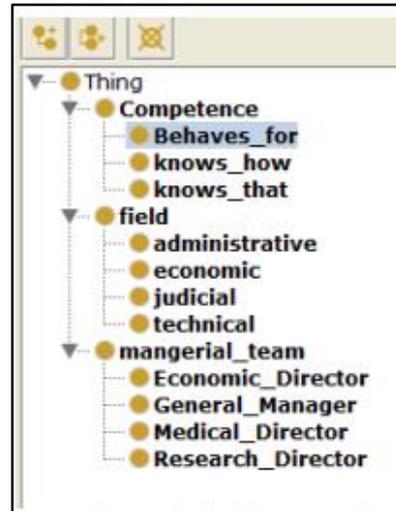
Fonte: (RAJU; AHMED, 2012)

Um modelo é proposto no trabalho 8 para o uso de ontologias em sistemas *e-learning* para pessoas do setor de saúde da Romênia, com o objetivo de oferecer um conteúdo personalizado para aprendizagem de médicos relacionado à gestão de recursos humanos. Para tanto, o modelo personaliza o aprendizado através da criação de caminhos de aprendizagem de acordo com o perfil do usuário, nível de conhecimento, requisitos e objetivos. Isso foi possível usando três ontologias: uma ontologia de domínio, outra para objetos de aprendizagem e uma última para o modelo do conhecimento do aprendiz.

A ontologia do trabalho (Figura 13) contém uma base de conhecimento sistemático sobre as competências das pessoas, visto que o conhecimento sobre as competências permite a aplicação dos mesmos para servir ao propósito estabelecido. As informações necessárias ao conteúdo do conhecimento a ser adquirido, com o

objetivo de atualizar as competências gerenciais seguem os domínios: legislação geral, financeiro, código trabalhista, legislação, direitos e obrigações das categorias profissionais.

Figura 13: Ontologia recursos humanos - Trabalho 8



Fonte: (BAJENARU et.al. 2015)

Os autores do trabalho não apresentaram mais detalhes sobre a ontologia que segundo os mesmos, ainda está sendo definida para trabalhos futuros.

Segundo o trabalho **40**, o desenvolvimento do *e-learning* não pode ser separado da criação de objetos de aprendizagem que estão sempre melhorando. Os autores propuseram uma técnica que utiliza o conceito de objeto de aprendizagem granular, a partir da representação ontológica. Os materiais são divididos em sub-materiais, por isso o conceito de ser um objeto de aprendizagem granular. Os dados utilizados no estudo foram do tipo .pptx e a extração de documentos foi feita para mapear os dados no formato .pptx em ontologia. Um motor de busca foi utilizado e as etapas na extração e mapeamento do documento para a ontologia foram as seguintes:

1. A coleção de documentos de *slides* de apresentação era recuperada pelo sistema.
2. Cada documento era mapeado para a classe *LearningResource* com informações técnicas, como tamanho de arquivo e tipo, através da propriedade do objeto *HasTechnicalInfo*.
3. A extração de documentos era então realizada.

4. Processo de filtragem, no qual o processo de identificar títulos, descrições e imagens era realizado.
5. Os resultados do quarto processo eram mapeados em texto, imagem, áudio, vídeo e animação.
6. A extração de metadados então era realizada. Os dados utilizados foram o título e descrição de acordo com o processo de identificação realizado anteriormente. Os metadados eram armazenados na classe *Geral* e fazia relações entre a classe *Text* e *Image* para a classe *General* usando a propriedades do objeto *hasGeneralInfo*.
7. Por fim, criava-se uma relação entre a classe *LearningResource* e a classe de *Text* e *Image* na forma de *object property hasLearningPoint*.
8. Por fim a relação entre o material era mapeada. Um material inter-relacionado era conectado às propriedades do objeto *HasKnowledgeCorrelationWith*.

O resultado da pesquisa demonstrou que a implementação de ontologia granular de objetos de aprendizagem e de busca baseado na web, pode melhorar o desempenho do motor de busca.

O principal objetivo do trabalho 41 foi proporcionar um ambiente de aprendizagem eficiente por meio da utilização de objetos de aprendizagem, de maneira dinâmica para uma determinada consulta do usuário. Para tanto, utilizaram a ontologia de pedagogia - como eles a denominaram -, para gerar cursos. Utilizaram também a computação granular<sup>9</sup> para montar os objetos.

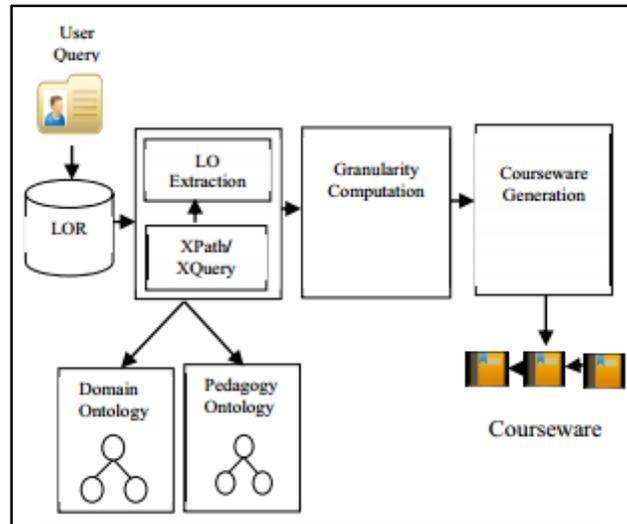
No referido trabalho os autores apresentam a organização de cursos, ou conteúdos, utilizando objetos de aprendizagem baseados na Taxonomia de Bloom. Como experimento, a pesquisa utilizou um repositório de objetos de aprendizagem, para montar o objeto de aprendizagem de acordo com a consulta do usuário. O sistema proposto foi concebido usando módulos, a partir do repositório de objetos de aprendizagem LOR (*Learning Object Repository*), análise com metadados LOM (*Learning Object Metadados*), extração de Objetos de Aprendizagem, objetos de aprendizagem, e gerenciamento e montagem de objetos de aprendizagem. LOM é um

---

<sup>9</sup> Oferece um conjunto de teorias, metodologias e ferramentas conducentes à granulação da informação no processo de resolução de problemas. Fonte: <https://www.ubi.pt/Disciplina/11510>

padrão muito utilizado da IEEE para fornecer os metadados que descrevem o objeto de aprendizagem. Podemos observar a arquitetura do sistema na imagem seguinte:

Figura 14: Arquitetura do Sistema - Trabalho 41



Fonte: (SATHIYAMURTHY, 2012)

Como pode-se observar na figura 14, o usuário realiza a consulta no repositório, que através do uso de duas ontologias e da computação granular extrai de forma dinâmica os objetos de aprendizagem que formarão o curso. A tela de acesso do usuário pode ser vista a seguir:

Figura 15: Interface do usuário - Trabalho 41



Fonte: (SATHIYAMURTHY, 2012)

Os autores deste trabalho apenas apresentaram como a ontologia foi utilizada, porém não descreveram a ontologia de maneira detalhada.

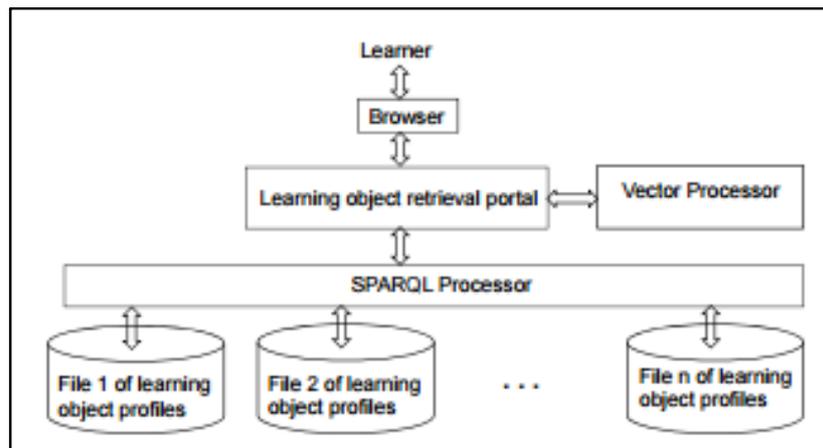
De maneira semelhante ao problema do trabalho anterior, o artigo **42** oferece soluções para melhorar os resultados nas consultas à objetos de aprendizagem. Para o processamento de consultas usaram um algoritmo de correspondência *fuzzy* e a ontologia de objetos de aprendizagem. Utilizaram também um modelo booleano de pesquisa para permitir que a aprendizagem do buscador fosse aumentada por um conjunto de itens de metadados, palavras-chave e identificadores de classificação. No sistema concebido na pesquisa, um aluno consulta um objeto de aprendizagem por expressões booleanas compreendendo operandos e operações. Os operandos são as palavras-chave usadas, como "and", "or", e "not".

Uma ontologia fornece um vocabulário geral de um determinado domínio, além de especificar conceitos. Logo, uma ontologia dá a semântica para os metadados. Tipicamente as ontologias são taxonomias hierárquicas de termos que descrevem certos tópicos. Uma taxonomia bem conhecida é a de Sistema de Classificação Computacional (ACM), uma hierarquia na qual os nós representam as classes da taxonomia. O objetivo da Ontologia de objetos de aprendizagem desenvolvida pelos autores foi descrever os conceitos utilizados na modelagem dos perfis baseados em vetores de objetos de aprendizagem. Descrevendo os conceitos, como: objetos de aprendizagem e suas relações mútuas; as estruturas das taxonomias utilizadas; os pesos atribuídos aos vetores de perfil; e as habilidades associadas aos objetos de aprendizagem (PUUSTJARVI; PUUSTJARVI, 2014).

As relações estabelecidas pela ontologia do estudo são apresentadas na Figura 16.



Figura 17: Arquitetura do Sistema - Trabalho 42



Fonte: (PUUSTJARVI; PUUSTJARVI, 2014)

O processador SPARQL retorna os perfis selecionados para o portal, que transmite os perfis do vetor de consulta para o vetor processador. Depois retorna os melhores resultados através da similaridade, o documento que se assemelhe melhor com a consulta é apresentado primeiro. A figura a seguir (Fig. 18) apresenta um exemplo de uma consulta em SPARQL:

Figura 18: Consulta em SPARQL - Trabalho 42

```

@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1.>

SELECT ?object ? keyword ?weight
WHERE
{
  {SELECT ?object ? keyword ?weight
   FROM < http://www.cs.helsinki.fi/edu_inst_1/learning_object_file#>
   WHERE
   { ?object dc:subject "health informatics" . }
  }
  {SELECT ?object ? keyword ?weight
   FROM < http://www.cs.helsinki.fi/edu_inst_2/learning_object_file#>
   WHERE
   { ?object dc:subject "health informatics" . }
  }
}
  
```

Fonte: (PUUSTJARVI; PUUSTJARVI, 2014)

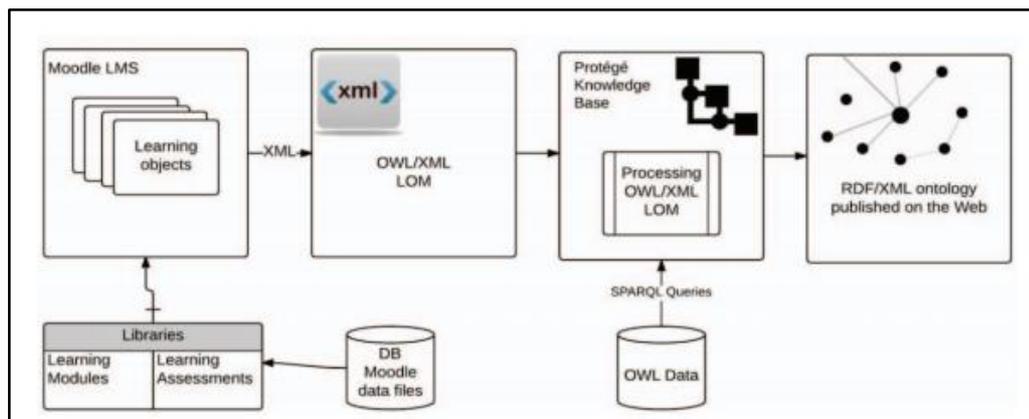
Os autores concluíram que a abordagem utilizando o algoritmo de correspondência *fuzzy*, bem como a ontologia de objetos de aprendizagem e taxonomias, responderam melhor às expectativas das consultas do que o modelo booleano de pesquisa.

O problema apresentado no estudo 57 diz respeito a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos com relação a acessibilidade e reutilização de dados em bibliotecas digitais de objetos de aprendizagem. Para resolver este problema a pesquisa apresentada no artigo utiliza uma ontologia para metadados de objetos de aprendizagem.

Existe uma variedade de padrões de metadados de objetos descrevendo os atributos estruturais e pedagógicos dos objetos de aprendizagem, sendo um dos mais conhecidos o Padrão IEEE para metadados e objetos de aprendizagem (KALOGERAKI et al. 2016). Porém, segundo os autores, muitos repositórios são desenvolvidos com metadados padronizados para atender requisitos específicos, dificultando o intercâmbio de dados com outros sistemas. Com isso os autores adotaram ontologias com contextos de entendimento comum para aumentar a interoperabilidade dos metadados.

O modelo proposto no trabalho foi baseado em ontologias e objetos de aprendizagem de plataformas virtuais de aprendizagem. O objetivo foi fornecer informações que pudessem ser utilizadas para avaliar objetos de aprendizagem para melhorar a tutoria nestes ambientes. A arquitetura da ontologia pode ser observada na figura 19, denominada *Educational Assessor* (EduSor), cujos elementos fundamentais são: objetos de aprendizagem referentes à base de conhecimentos do ambiente virtual; os dados OWL da ontologia; e o feedback das bibliotecas referentes ao aluno.

Figura 19: Arquitetura EduSol - Trabalho 57

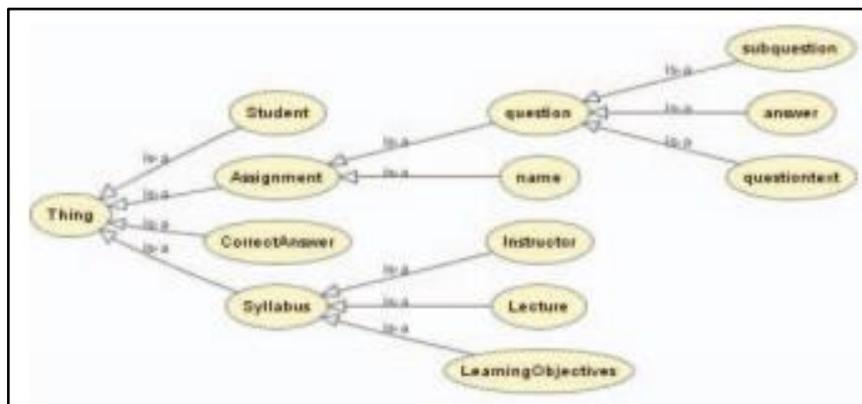


Fonte: (KALOGERAKI et al. 2016)

A ontologia representou o material didático do curso, e foi composta por classes, subclasses, instâncias ou indivíduos, *String* ou valores numéricos. As entidades assim

foram conectadas por meio das propriedades e tipos de dado. Criou-se uma classe para representar os módulos de aprendizagem e a superclasse *Syllabus* dividida em Subclasses: *Lecture*, *LearningObjectives* e *Instructor*. A figura a seguir representa a hierarquia de classes da ontologia descrita.

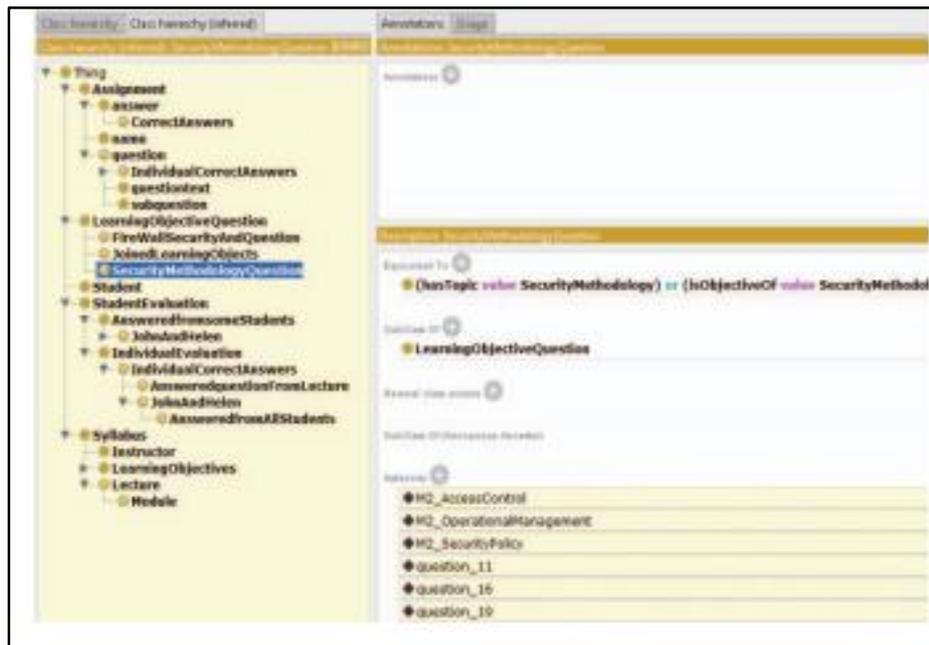
Figura 20: Representação da Ontologia EduSol - Trabalho 57



Fonte: (KALOGERAKI et al. 2016)

*Lecture* tem uma variedade de indivíduos refletindo as unidades de aprendizagem específicas. *LearningObjectives* inclui informações sobre temas centrais do curso. Indivíduos da classe *Lecture* estão relacionados com indivíduos da classe *LearningObjectives* através da propriedade *hasObjective* que tem a propriedade inversa *isObjectiveOf*. A classe *Instructor* tem afirmações de propriedade do tipo de dados *hasName*, *HasOfficeNumber*, *OfficeHours*, *hasEmailAddress*, *HasWebpage*. A subclasse *Instructor* tem alguns indivíduos como instâncias do *Instructor*, diretamente conectados via propriedades de tipo de dados com sequência de caracteres ou valores numéricos. Essa representação diz respeito ao conteúdo do *Syllabus*. O passo final do desenvolvimento da Ontologia foi adicionar a classe *Student* que tem um grupo de indivíduos declarando entidades estudantis. A Ontologia detalhada foi construída no Protegé e pode ser vista na figura a seguir:

Figura 21: Ontologia EduSol - Trabalho 57



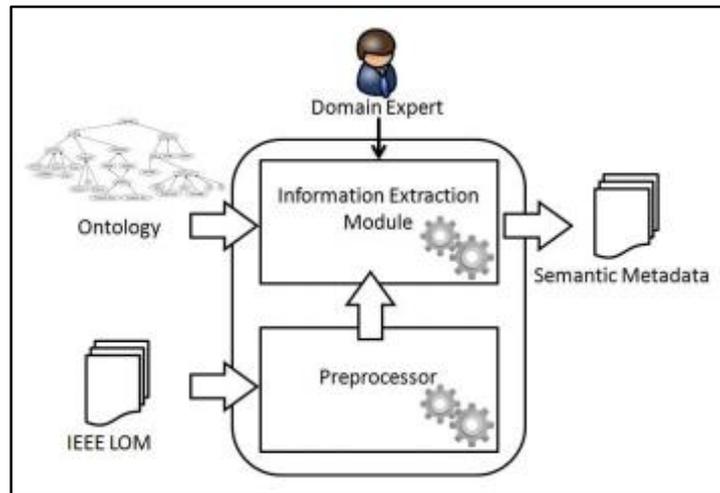
Fonte: (KALOGERAKI et al. 2016)

Os autores validaram a ontologia através de operações de inferência, utilizando o motor de inferência *Reasoners Hermit do Protegé*, para comprovar que se mesma era consistente, e obtiveram bons resultados.

No artigo 62 os autores descrevem uma abordagem para geração de metadados semânticos de objetos de aprendizagem, baseado no OBIE (*Ontology Based Information Extract*). Utilizam um conjunto de elementos de metadados LOM da IEEE, conforme dois requisitos: cada elemento de dados deve descrever o conteúdo educacional do objeto de aprendizagem; e um dos elementos de dados deve ser dos autores dos objetos de aprendizagem. A finalidade foi melhorar o desempenho dos repositórios de objetos de aprendizagem, com relação à eficácia. Segundo os autores um dos problemas de desempenho desses repositórios é a natureza dos metadados de objetos de aprendizagem utilizados por esses serviços. Como já mencionado, alguns repositórios de objetos de aprendizagem usam o padrão LOM (*Learning Object Metadados*) para fornecer os metadados que descrevem o objeto de aprendizagem, muitas vezes insuficientes do ponto de vista semântico. Os metadados são preenchidos pelo autor do objeto, para que pessoas o utilizem, no entanto, programas de computador também devem utilizar esses dados. Para tanto, utilizam-se metadados semânticos, que são metadados ligados a uma determinada ontologia de Domínio.

Os autores propuseram um sistema de extração de metadados semânticos de ontologia (OBSME), como podemos observar na figura 22, baseado no OBIE. Para este trabalho a ontologia já existia e é parte do sistema.

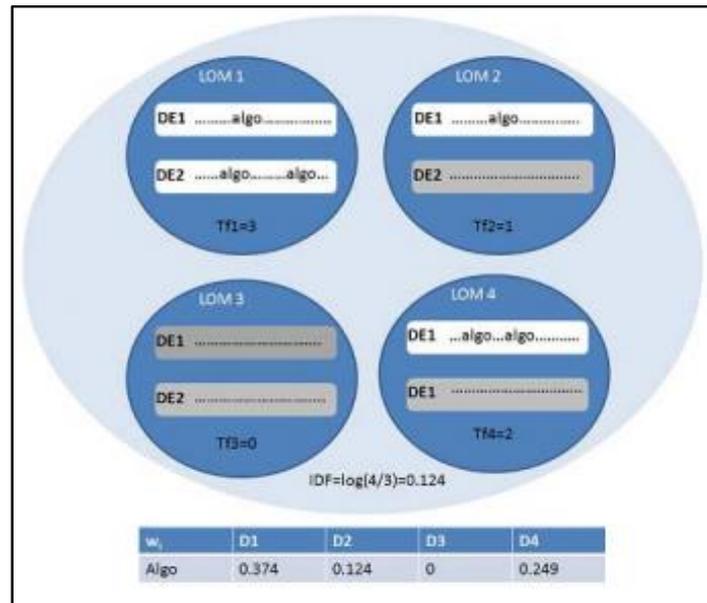
Figura 22: Arquitetura OBSME - Trabalho 62



Fonte: (JEBALI; FARHAT, 2013)

O pré-processamento contém duas partes. A primeira parte é um *tokenizer*, um processamento léxico da linguagem que toma como entrada um conjunto de dados LOM. Este módulo trata das entradas e fornece um conjunto de termos separados como saída. A segunda parte é uma vetorização que converte cada termo em um vetor usando um modelo de espaço do vetor. Cada termo é convertido em pesos, como apresentado na figura 23, por exemplo para o termo 'algo'.

Figura 23: Vetorização do termo 'Algo' - Trabalho 62



Fonte: (JEBALI; FARHAT, 2013)

O módulo de extração (Fig. 23) utiliza o algoritmo Hieron, que explora a estrutura de conceitos; logo demonstrou resultados promissores quando aplicado a extração de metadados baseados em ontologias, pois explora a relação entre classes da ontologia. O algoritmo Hieron leva um conjunto de instâncias X, que são a saída do módulo de vetorização. Para cada instância este algoritmo define um rótulo Y. Para cada rótulo ele define uma tabela W contendo seus pesos. A ontologia é o conjunto de conceitos Y. Finalmente Hieron prediz o rótulo mais adequado para a instância. Usando essas previsões, o sistema fornece metadados semânticos como saída com base na previsão feita pelo algoritmo Hieron (JEBALI; FARHAT, 2013).

Infelizmente a ontologia não é descrita no trabalho, mas pode-se observar que a finalidade do trabalho foi a extração de metadados semânticos que descrevem o conteúdo dos objetos de aprendizagem. Para tanto utilizou-se metadados LOM como entradas do sistema desenvolvido, bem como o contexto semântico foi modelado por uma ontologia de domínio.

Visando melhorar o processo de aprendizagem, o trabalho **82** apresenta a utilização de OA em ferramentas colaborativas para organizar o conteúdo inserido nessas ferramentas. Para tanto o artigo apresenta uma ontologia organizacional para objetos de aprendizagem baseados no padrão LOM IEEE.

Os metadados de objetos de aprendizagem podem ajudar a fornecer a reutilização dos objetos de aprendizagem, esta reutilização consiste em uma maneira eficiente de readaptar o conteúdo para diferentes contextos e usuários.

Figura 24: Padrão LOM - Trabalho 82

<b>Categories</b>	<b>Description</b>
<i>General</i>	Groups the general information that describes this learning object as a whole.
<i>Lifecycle</i>	Groups the features related to the history and current state of this learning object and those who have affected this learning object during its evolution
<i>Meta-Metadata</i>	Groups information about the metadata instance itself.
<i>Technical</i>	Groups the technical requirements and technical characteristics of the learning object.
<i>Educational</i>	Groups the educational and pedagogic characteristics of the learning object.
<i>Rights</i>	Groups the intellectual property rights and conditions of use for the learning object.
<i>Relation</i>	Groups' features that define the relationship between the learning object and other related learning objects.
<i>Annotation</i>	Provides comments on the educational use of the learning object and provides information on when and who created the comments.

Fonte: (MENOLLI et al. 2012)

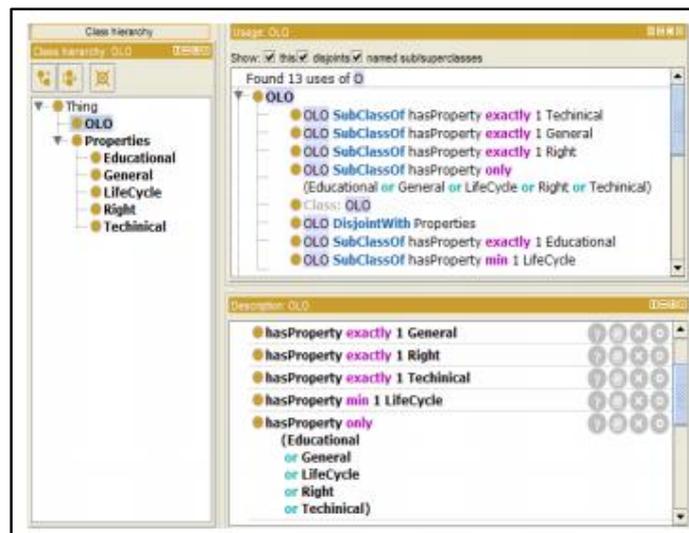
Os metadados descrevem as características relevantes para catalogar os objetos de aprendizagem em repositórios, que podem ser posteriormente recuperados pelos motores de busca (MENOLLI *et al.* 2012). Alguns padrões são utilizados:

- LOM: descreve características importantes de objetos de aprendizagem para facilitar a pesquisa e o uso de OA por aprendizes, instrutores ou *software* (MENOLLI *et al.* 2012);
- SCORM: é um conjunto de padrões e especificações para o *e-learning* baseado na Web. O SCORM é uma especificação da Aprendizagem Distribuída Avançada (ADL), e centra-se na interoperabilidade e na reutilização do OA. SCORM introduziu a ideia de sequenciamento, que é um conjunto de regras que especifica a ordem na qual um aluno pode experimentar conteúdos (MENOLLI *et al.* 2012).

- *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI): metadados, desenvolvido pela NISO (National Information Standards Organization), composto por quinze elementos para descrever a aprendizagem (MENOLLI et al. 2012).

A ontologia apresentada neste trabalho, baseou-se no padrão LOM, que apresenta um conjunto de nove categorias (Fig. 24), que caracterizam o objeto. A ontologia foi construída através da ferramenta *Protégé*<sup>10</sup>, e parte dela é apresentada na figura 25.

Figura 25: Ontologia Organizacional - Trabalho 82



Fonte: (MENOLLI et al. 2012)

Para avaliar a ontologia desenvolvida, um cenário de aplicação foi criado, inserindo páginas *wiki* sobre o assunto de engenharia de software como instâncias. O objetivo foi organizar alguns conteúdos como objetos de aprendizagem, definindo propriedades para cada conteúdo. Foi definido o título, Url, data, fonte de conteúdo, o tipo de aprendizagem, entre outros. Depois disso a ontologia foi capaz de fazer inferências, como por exemplo, a consistência do objeto ou mesmo o idioma do conteúdo. Em seguida, realizou-se consultas usando a linguagem SPARQL, dentro do Protégé para buscar objetos de aprendizagem específico.

A ontologia representa objetos de aprendizagem organizacional tendo em vista as organizações e ambientes educacionais. O padrão LOM é definido no esquema XML e tem algumas limitações como falta de expressividade para representar taxonomias

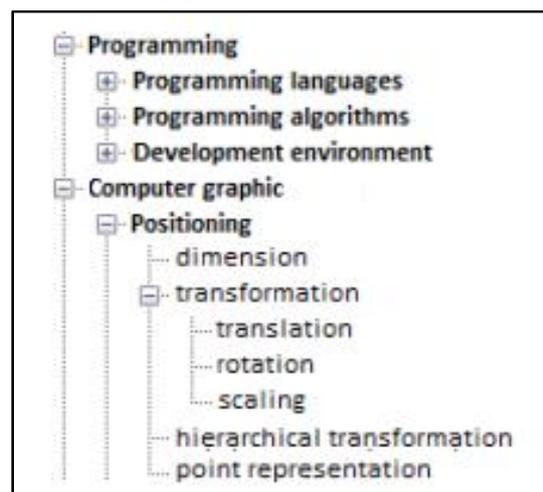
<sup>10</sup> Ferramenta para construção de ontologias. Disponível em: <https://protege.stanford.edu/>

hierárquicas, relações, propriedades e propriedades semânticas, restrições entre objetos de aprendizagem, propriedades e categorias. Porém a ontologia desenvolvida pelos autores pode ajudar empresas a organizar suas informações, facilitando a reutilização do conteúdo e melhorando a aprendizagem organizacional, ou mesmo usar os objetos para contexto genérico de ambientes de aprendizagem.

A ontologia do trabalho **83** apresenta a associação de objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom, e são apresentadas métricas para objetos de aprendizagem, relacionadas a qualidade de associação dos objetos de aprendizagem para compor cursos virtuais. A conexão de objetos de aprendizagem no curso é feita considerando as competências exigidas nos objetivos educacionais, ou seja, conforme apresentem o mesmo objetivo de acordo com a ontologia.

Dois ontologias são utilizadas para relacionar os objetos de aprendizagem. A ontologia de baixo-nível, formula os resultados dos objetos de aprendizagem e a ontologia de alto-nível responsável por formular os objetivos educacionais. A relação é feita através da relação entre os verbos de ação da taxonomia de Bloom. Para definir a conexões entre objetos de aprendizagem, avaliam a hierarquia entre objetivos educacionais, usando 6 níveis da taxonomia de Bloom. A figura a seguir apresenta as duas ontologias, sendo que o texto em **negrito** corresponde a ontologia de alto-nível e os demais textos a ontologia de baixo-nível.

Figura 26: Ontologia de alto-nível e baixo-nível - Trabalho 83



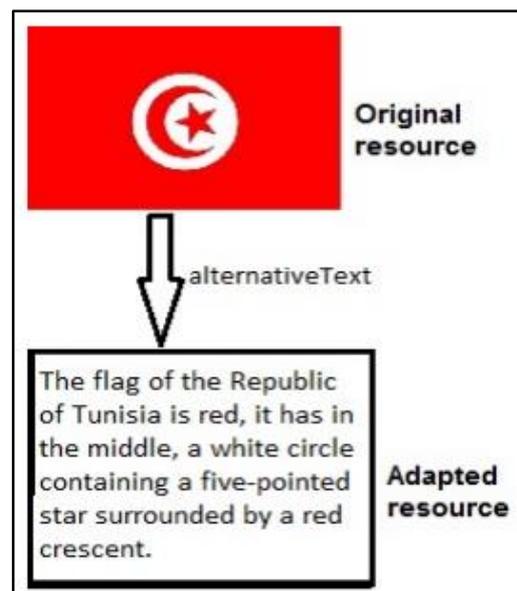
Fonte: (KARPOVA et al. 2015)

Para auxiliar na decisão da escolha pelo melhor objeto de aprendizagem pré-selecionado através da ontologia, os autores utilizaram algoritmos genéticos. A técnica apresentada foi adequada para encontrar um caminho de aprendizagem com objetos de aprendizagem adequados, organizados de acordo com taxonomia de Bloom para proporcionar mais liberdade na construção deste caminho de aprendizagem. A ontologia auxiliou no processo de construção do curso, organizando os objetos de aprendizagem por nível da taxonomia.

O objetivo do estudo **92** foi apresentar um modelo de objeto de aprendizagem acessível usando a abordagem ontológica, para definir uma estrutura de conteúdo e relações entre objeto de aprendizagem, seus componentes e suas alternativas. Os autores chamaram a ontologia construída por eles de Ontologia de Objetos de Aprendizagem Acessível (ALOO).

A Iniciativa de Acessibilidade à Web (WAI) do W3C fornece diretrizes, técnicas e ferramentas que ajudam a tornar a web mais acessível para pessoas com deficiências. Diretrizes de Acessibilidade XML (XMLAG), por exemplo, para aplicativos baseados em XML, explica como garantir que os aplicativos baseados em XML suportem acessibilidade (ABDELLAOUI et al. 2013). Um exemplo pode ser visto na figura 27, em que um deficiente visual necessita que uma imagem seja descrita; o programa para este fim descreve o objeto adaptado para o deficiente visual.

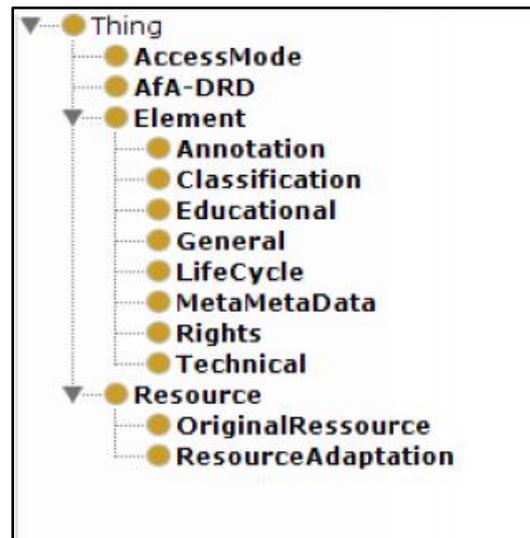
Figura 27: Recurso adaptado - Trabalho 92



Fonte: (ABDELLAOUI et al. 2013)

Os autores construíram a ontologia utilizando a ferramenta *Protégé*, e pode ser vista na figura 28. Além disso a ontologia é compatível com as especificações da IMS-AccessFor, organização que se concentra na adaptação ou personalização de recursos, interfaces e conteúdo para atender às necessidades dos indivíduos com deficiência.

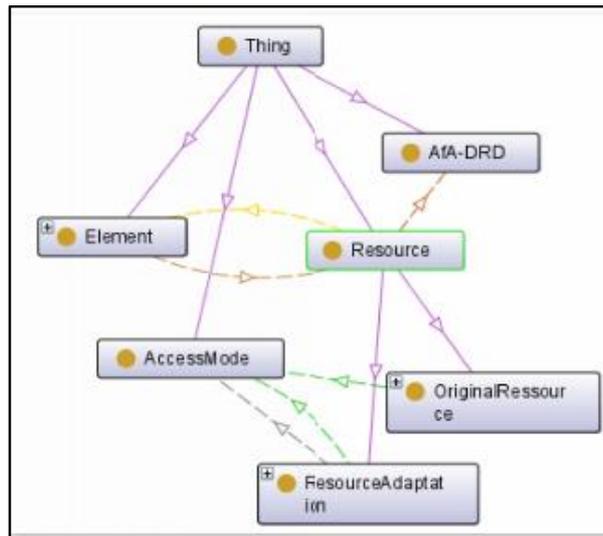
Figura 28: Ontologia ALOO - Trabalho 92



Fonte: (ABDELLAOUI et al. 2013)

A classe *Resource* é uma superclasse e descreve o conjunto de metadados comuns de suas subclasses: *OriginalRessource* e *ResourceAdaptation*. *OriginalRessource* contém o conteúdo de aprendizagem original. *ResourceAdaptation* contém conteúdo alternativo para o conteúdo apresentado no *OriginalRessource*. A classe *AfA-DRD* tem todas as propriedades descritas na AfA-DRD v.3.0, ela descreve a classe *Resource*. *AccessMode*, oferece a forma de acesso ao recurso. E a classe *Element* possui a descrição dos objetos de aprendizagem, segundo o padrão LOM. O relacionamento das classes é detalhado na figura a seguir:

Figura 29: Relacionamento das classes - Trabalho 92



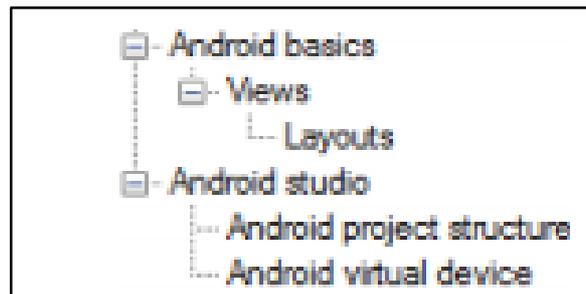
Fonte: (ABDELLAOUI et al. 2013)

São os relacionamentos da ontologia:

- *has\_adaptation*: link de *OriginalResource* para *ResourcesAdaptation* se for uma adaptação parcial.
- *Replaces*: link de *OriginalResource* para *ResourcesAdaptation* se for uma adaptação completa.
- *has\_element*: a classe *Resource* tem o conjunto de especificações LOM presente no *Element*.
- *isDescribedIn*: a descrição digital de um recurso da classe *Resource* e na classe *AfA-DRD*.

O Estudo **103** apresenta a mesma proposta do estudo 83, porém enfatiza uma versão revisada da taxonomia de Bloom, considerando os níveis do domínio cognitivo: criar, avaliar, analisar, aplicar, compreender, e lembrar. Para oferecer objetos de aprendizagem adequados para cursos *e-learning* os autores consideram a semelhança dos mesmos, comparando os níveis de distância de relação na ontologia. Por exemplo: duas instâncias estão conectadas na ontologia se uma delas é de um nível acima da outra, em uma relação hierárquica. Se a distância entre as instâncias da ontologia é maior do que três níveis, é determinado que elas não estão conectadas. Exemplificando, a distância entre o "Android basics" e "Layouts" na figura 30 é de dois níveis.

Figura 30: Ontologia - Trabalho 103



Fonte: (SHMELEV et al. 2015)

Da mesma forma os objetos de aprendizagem são selecionados por meio dos níveis da taxonomia de Bloom, considerando um cálculo proposto no estudo e a utilização de um algoritmo genético para selecionar o objeto de aprendizagem adequado. A ontologia permitiu determinar a conexão entre objetos de aprendizagem, enquanto a taxonomia de Bloom ajudou a avaliar a qualidade da conexão.

Para oferecer um curso personalizado, conforme o estilo de aprendizado de cada aluno, o estudo **106** apresenta a proposta de uma ontologia que relacione: estilo de aprendizagem, atividades de aprendizagem, métodos de aprendizagem e objetos de aprendizagem. Parte da ontologia é apresentada na figura 31.

Figura 31: Ontologia - Trabalho 106



Fonte: (KURILOVAS et al. 2014)

A ontologia no lado esquerdo da figura 31 é realizada uma consulta para encontrar atividades de aprendizagem adequadas. Logo, a atividade "Resolução de Problemas" pode ser encontrada usando "Blogging". No lado direito da figura, a consulta pretende encontrar o ensino/aprendizagem adequado, ou seja "Blogging" e

"Brainstorming e Reflexão", logo, métodos de ensino/aprendizagem podem ser encontrados usando objetos de aprendizagem.

A proposta dos autores foi modelada, e pretendeu-se com a construção da ontologia ajudar os alunos a encontrar objetos de aprendizagem adequados, de acordo com o método ou atividade de aprendizagem preferida.

### 3.6 DISCUSSÃO

Os estudos retornados e analisados através da RSL apresentaram ontologias para contextos de aprendizagem virtual que utilizam objetos de aprendizagem. Alguns estudos tiveram o objetivo de caracterizar os objetos de aprendizagem no contexto modelado, outros estiveram preocupados com a busca de objetos de aprendizagem em repositórios, e outros ainda apresentaram ontologias para oferecer um objeto de aprendizagem personalizado para modelos de ensino-aprendizagem.

Quanto a *framework* e ferramentas no desenvolvimento das ontologias, destacaram-se o *framework* Jena e a ferramenta *Protégé*, esta última justifica-se pelo fato de que os estudos objetivaram o desenvolvimento de ontologias e, a referida ferramenta oferece a possibilidade de validação de ontologias por meio de seus motores de inferência, possibilitando também que sejam realizadas consultas através da linguagem SPARQL (Figura 18).

Relacionado ao domínio representado através das ontologias, no que se refere à cognição, afetividade ou aspecto psicomotor, observou-se que o aspecto cognitivo foi considerado de maneira predominante nos estudos, principalmente quando verificada a utilização da taxonomia de Bloom na representação ontológica. Dois trabalhos utilizaram a taxonomia de Bloom como domínio de aplicação da ontologia, em seu aspecto cognitivo, e utilizaram a ontologia para classificar objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia através dos verbos presentes no objetivo educacional. O objetivo desses dois estudos foi organizar os objetos de aprendizagem em níveis, porém sem considerarem o conteúdo e dependência entre os mesmos.

A utilização das ontologias nos estudos primários foi necessária, principalmente pela necessidade de atribuir semântica aos metadados de objetos de aprendizagem. Como visto na seção anterior, as especificidades do contexto de utilização de objetos

de aprendizagem, bem como a busca pela personalização dos mesmos, puderam ser otimizadas através da utilização das ontologias.

No próximo capítulo é apresentada a ontologia deste trabalho. A RSL deu suporte para algumas escolhas e caminhos tomados para a construção da mesma, no que diz respeito aos seus aspectos operacionais – *framework*, linguagens, ferramenta de desenvolvimento –, mas também com relação ao domínio representado.

## 4 ONTOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM CONSIDERANDO ASPECTOS COGNITIVOS DA TAXONOMIA DE BLOOM

Muitos trabalhos da revisão sistemática demonstraram a utilização de ontologias para a classificação e recuperação de objetos de aprendizagem em repositórios, bem como o acompanhamento da aprendizagem de alunos em ambientes virtuais de aprendizagem. A ontologia desenvolvida neste trabalho visou auxiliar na classificação de objetos de aprendizagem, considerando os objetivos educacionais e a taxonomia de Bloom. Além de possibilitar a classificação de quem utiliza este objeto de aprendizagem. O processo metodológico para a concepção desta ontologia é apresentado na seção seguinte.

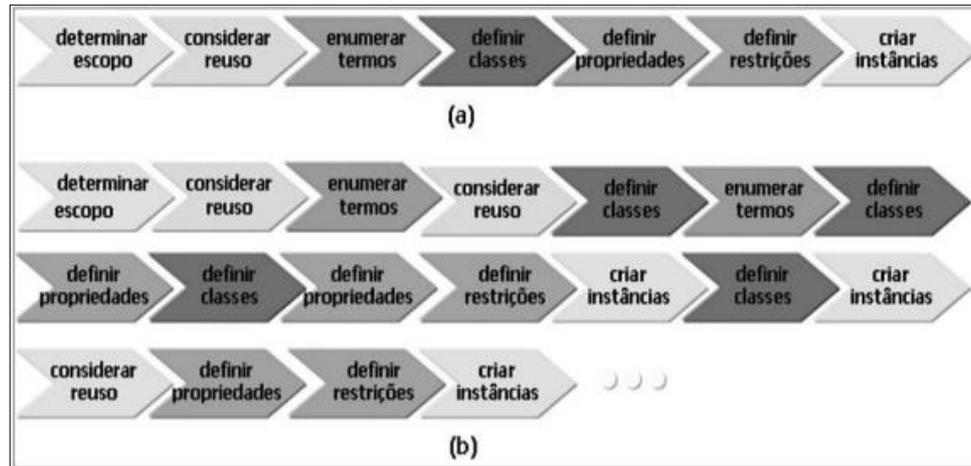
### 4.1 FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA A CONCEPÇÃO DA ONTOLOGIA

Diversas metodologias podem ser utilizadas para especificação, validação e atualização de ontologias (GÓMEZ-PEREZ, 2004). Segundo Rautenberg (*et al.* 2008), no processo de construção de ontologias, usualmente são aceitas as atividades de especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção. As atividades são constituídas pelas seguintes tarefas (RAUTENBERG *et al.* 2008):

- Especificação: identificar o propósito e o escopo da ontologia.
- Conceitualização: descrever, em modelo conceitual, a ontologia a ser construída, de acordo com as especificações encontradas no estágio anterior. Podendo ser construído mediante ferramentas formais e informais.
- Formalização: transformar a descrição conceitual em um modelo formal. Conceitos são definidos através de axiomas que restringem as possíveis interpretações de seu significado e também organizados hierarquicamente através de relações de estruturas, tais como “é-um” ou “parte-de”.
- Implementação: implementar a ontologia formalizada em uma linguagem de representação do conhecimento.
- Manutenção: atualizar e corrigir a ontologia desenvolvida, de acordo com o surgimento de novos requisitos.

Para esta pesquisa, utilizou-se a metodologia do guia 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001), que utiliza passos iterativos para a construção de uma ontologia. Como pode ser observado na figura 32.

Figura 32: Guia 101



Fonte: (NOY; MCGUINNESS, 2001).

O guia 101 considera os seguintes passos do processo de construção de uma ontologia, conforme Noy e McGuinness (2001):

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- Considerar o reuso de ontologias existentes;
- Enumerar os termos importantes na ontologia, definindo as terminologias iniciais;
- Definir as classes e suas hierarquias;
- Definir as propriedades das classes (slots). Descreve a estrutura interna dos conceitos explicitando suas extrínsecas propriedades (ex. nome, duração, uso), suas intrínsecas propriedades (ex. peso), partes, e relações com outras classes e individuais dessa classe;
- Definir características das propriedades (slots), como, por exemplo, tipo de valor, valores permitidos (domínio e faixa), cardinalidade, entre outras características que possam ter; e
- Criação de instâncias incluindo a inclusão do valor da propriedade de cada instância criada.

Conforme as orientações metodológicas, produziu-se o quadro 6 a seguir com a Especificação da Ontologia deste trabalho.

Quadro 6 - Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia

<b>Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia</b>
<b>Objetivo</b>
O objetivo da construção da ontologia foi auxiliar na classificação de objetos de aprendizagem em um dos cinco níveis do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom. A fim de possibilitar também a classificação de quem utilize determinado objeto, considerando o contexto de um jogo educativo virtual (K-hunters).
<b>Escopo</b>
A ontologia concentra-se no domínio do modelo de construção de conteúdos – os objetos de aprendizagem –, baseado principalmente na dependência dos níveis da taxonomia, representados através do Mapa de Dependências. Considerando que um objeto de aprendizagem está classificado em um dos níveis da Taxonomia e que o mesmo possui uma dependência hierárquica com o nível anterior, quem utiliza determinado objeto de aprendizagem obtém da mesma forma a classificação da taxonomia.
<b>Linguagem de Implementação</b>
OWL/RDF.
<b>Usuários Finais Pretendidos</b>
Professores
<b>Usuários Finais</b>
Professores e estudantes.
<b>Requisitos da Ontologia</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A ontologia deve suportar um cenário no idioma português</li> <li>2. A terminologia utilizada na ontologia deve ser retirada do domínio do modelo da taxonomia de Bloom e das ferramentas Mapa de Conteúdo e Mapa de Dependências.</li> <li>3. A ontologia deve representar o domínio Cognitivo da taxonomia de Bloom.</li> <li>4. Estabelecer uma dependência entre as instâncias que representam objetos de aprendizagem, através do conceito de Mapa de Dependência.</li> </ol>
<b>Questões de Competência</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A partir de um conjunto de propriedades dos objetos de aprendizagem, como classificá-lo em um dos níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom?</li> <li>2. Como estabelecer a hierarquia dos conteúdos contidos nos objetos de aprendizagem, considerando também cada nível da taxonomia?</li> <li>3. Ao utilizar um objeto de aprendizagem, como verificar o nível da taxonomia alcançado pelo estudante?</li> </ol>

Para a formalização da ontologia a linguagem utilizada foi a OWL. Essa etapa foi executada utilizando a ferramenta Protégé (PROTEGE, 2017), uma ferramenta dedicada à construção de ontologias. Além disso a RSL demonstrou que a ferramenta é umas das mais utilizadas. A ferramenta nos permite realizar verificações na ontologia, através de consultas em SPARQL, bem como traz consigo o motor de inferência *FaCT++*. A seção a seguir apresenta a descrição da ontologia desenvolvida.

## 4.2 A ONTOLOGIA DESENVOLVIDA

Considerando os trabalhos de Silva et al. (2011) e Lima (2009), principalmente, além dos trabalhos da RSL, a Ontologia deste trabalho foi desenvolvida. A mesma apresenta os conceitos do Mapa de Conteúdos (Figura 2) e Mapa de Dependência (Figura 4), bem como a taxonomia de Bloom no seu domínio Cognitivo (Figura 1).

### 4.2.1 Domínio e Escopo

O domínio desta ontologia trata-se da taxonomia de Bloom já definida e apresentada no decorrer deste trabalho, mais especificamente do domínio cognitivo da taxonomia. O escopo consiste na classificação de objetos de aprendizagem, considerando as características dos mesmos: comportamento e verbo. Além de verificar a dependência entre os objetos de aprendizagem, conforme os níveis da taxonomia como Mapa de Dependência. Uma vez classificado, o objeto de aprendizagem possui propriedades que permitem inferir o nível cognitivo de quem o utiliza.

Como contexto de utilização da ontologia, tem-se os ambientes virtuais de aprendizagem, pois utilizam objetos de aprendizagem para auxiliar o aluno a alcançar objetivos educacionais. O jogo *K-hunters* – utilizado na validação da ontologia deste trabalho – utiliza objetos de aprendizagem em um contexto de aprendizagem virtual, por se tratar também de um jogo sério. No jogo o aluno aprende através de objetos de aprendizagem. Para estes contextos a ontologia deste trabalho pode ser utilizada para auxiliar no acompanhamento da aprendizagem do aluno por meio da Taxonomia de Bloom.

Algumas questões de competência (QC) foram elaboradas para esta ontologia, são elas:

- **QC1:** A partir de um conjunto de propriedades dos objetos de aprendizagem, como classifica-lo em um dos níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom?
- **QC2:** Como estabelecer a hierarquia dos conteúdos contidos nos objetos de aprendizagem, considerando também cada nível da taxonomia?
- **QC3:** Ao utilizar um objeto de aprendizagem, como verificar o nível da taxonomia alcançado pelo estudante?

As questões serviram também para subsidiar a estratégia do sistema multiagente do jogo K-hunters (seção 5.3.1).

#### **4.2.2 Enumeração dos termos**

Como principal fonte para o levantamento dos termos da ontologia considerou-se a própria taxonomia de Bloom, além do trabalho de Silva (2009) que apresenta a construção de conteúdos virtuais a partir da definição dos objetivos educacionais.

Silva (2009) apresenta o Mapa de Conteúdo (Figura 2) e o Mapa de Dependência (Figura 4) como ferramentas pedagógicas que auxiliam na construção de cursos virtuais, utilizando a Taxonomia de Bloom. Para tanto, o autor disponibiliza comportamentos e verbos que irão compor determinado conteúdo. De maneira única, cada verbo e comportamento pertence a um conjunto de verbos e comportamentos, e cada um desses conjuntos pertencem a um dos níveis da taxonomia.

Destes trabalhos identificou-se termos que pertencem a um conjunto de *Comportamento*{*comportamento1*, ..., *comportamento6*} e *Verbo*{*verbo1*, ..., *verbo6*}. Como já mencionado, cada conjunto de comportamento e verbo pertence a um nível da taxonomia, que são: *Conhecimento*, *Compreensão*, *Aplicação*, *Análise*, *Síntese* e *Avaliação*. Todavia, os níveis da taxonomia são hierárquicos, portanto ainda percebeu-se a necessidade do seguinte conjunto de termos: *Nível*{*nível1*, ..., *nível6*}, para organizar os objetos de aprendizagem conforme a dependência entre os mesmos.

Os termos mencionados são representados na ontologia por meio de classes, como descrito no próximo tópico deste trabalho.

#### **4.2.3 Definição das classes Primitivas e Definidas**

As classes são a organização dos conceitos de um domínio em hierarquias

(HINZ, 2008). A ontologia desenvolvida possui 30 classes, sendo 4 classes mais gerais: *MapaDeConteúdo*, *MapaDeDependencia*, *ObjetivoEducativo* e *TAXONOMIA*. A classe *MapaDeDependencia* possui 6 subclasses considerando os seis níveis do domínio cognitivo da taxonomia, *ObjetivoEducativo* reúne duas classes gerais, *Comportamento* e *Verbo*, que possuem 6 subclasses cada uma: *comportamento1*, ..., *comportamento6*; e *verbo1*, ..., *verbo6*. Cada subclasse de *Comportamento* e *Verbo* possui verbos e comportamentos distintos, conforme cada nível da taxonomia. Por fim, a classe *TAXONOMIA* possui subclasses relacionadas aos 6 níveis da taxonomia: *Conhecimento*, *Compreensão*, *Aplicação*, *Análise*, *Síntese* e *Avaliação*. Esta última classe é responsável por classificar um indivíduo em algum nível da Taxonomia de Bloom.

Classes ainda podem ser consideradas como primitivas ou definidas. Caso uma classe tenha apenas condições necessárias, ela é conhecida como uma classe primitiva. Uma classe que tem pelo menos um conjunto de condições necessárias e suficientes é conhecida como classe definida. A seguir o quadro 7 apresenta as classes primitivas da ontologia.

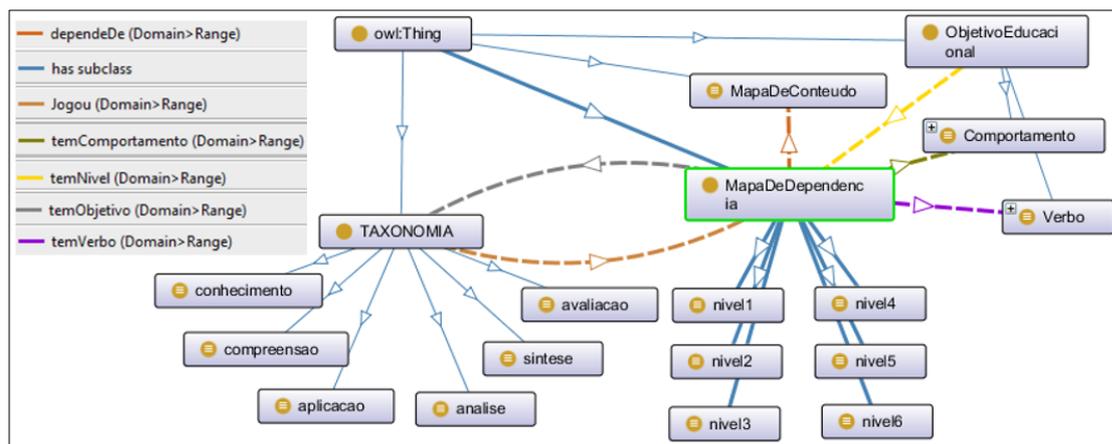
Quadro 7 – Classes primitivas da Ontologia

Classes Primitivas	Representação
<i>MapaDeConteúdo</i>	Representa o objeto de aprendizagem que possui um conteúdo
<i>MapaDeDependencia</i>	Representa a dependência dos objetos de aprendizagem
<i>ObjetivoEducativo</i>	Representa o objetivo educacional da taxonomia, possui duas subclasses: comportamento e verbo
<i>Comportamento</i>	Representa o objetivo educacional que o aluno deve alcançar por meio de um comportamento
<i>Verbo</i>	Representa a ação desejada do aluno pelo professor através do objeto de aprendizagem
<i>TAXONOMIA</i>	Classifica o indivíduo conforme a Taxonomia de Bloom.
<i>comportamento1</i>	Possui os comportamentos do nível 1 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>comportamento2</i>	Possui os comportamentos do nível 2 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>comportamento3</i>	Possui os comportamentos do nível 3 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>comportamento4</i>	Possui os comportamentos do nível 4 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>comportamento5</i>	Possui os comportamentos do nível 5 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>comportamento6</i>	Possui os comportamentos do nível 6 do domínio cognitivo da taxonomia.

Classes Primitivas	Representação
<i>verbo1</i>	Possui os verbos do nível 1 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>verbo2</i>	Possui os verbos do nível 2 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>verbo3</i>	Possui os verbos do nível 3 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>verbo4</i>	Possui os verbos do nível 4 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>verbo5</i>	Possui os verbos do nível 5 do domínio cognitivo da taxonomia.
<i>verbo6</i>	Possui os verbos do nível 6 do domínio cognitivo da taxonomia.

As classes definidas podem classificar as classes definidas, classes primitivas e indivíduos. O quadro 8 apresenta as classes definidas da ontologia deste trabalho e a figura 33 apresenta a representação gráfica da hierarquia das classes da ontologia desenvolvida.

Figura 33: Representação gráfica da hierarquia de classes da ontologia



Do lado esquerdo da figura 33 é apresentada a legenda com as propriedades que conectam as classes da ontologia. As propriedades serão apresentadas em detalhes na próxima seção. Como apresentado na figura, as classes *TAXONOMIA* e *MapaDeDependencia* possuem subclasses, as mesmas são do tipo definidas na ontologia e representam o domínio apresentado no quadro 8.

Quadro 8 – Classes definidas da Ontologia

Classes Definidas	Representação
<i>nivel1</i>	Representa a dependência do nível 1 da Taxonomia de Bloom e classifica os objetos de aprendizagem.
<i>nivel2</i>	Representa a dependência do nível 2 da Taxonomia de Bloom e classifica os objetos de aprendizagem.
<i>nivel3</i>	Representa a dependência do nível 3 da Taxonomia de Bloom e classifica os objetos de aprendizagem.
<i>nivel4</i>	Representa a dependência do nível 4 da Taxonomia de Bloom e classifica os objetos de aprendizagem.
<i>nivel5</i>	Representa a dependência do nível 5 da Taxonomia de Bloom e classifica os objetos de aprendizagem.
<i>nivel6</i>	Representa a dependência do nível 6 da Taxonomia de Bloom e classifica os objetos de aprendizagem.
<i>conhecimento</i>	Representa o nível conhecimento da Taxonomia de Bloom e classifica os indivíduos que se relacionam com algum objeto de aprendizagem deste nível.
<i>compreensao</i>	Representa o nível compreensão da Taxonomia de Bloom e classifica os indivíduos que se relacionam com algum objeto de aprendizagem deste nível.
<i>aplicacao</i>	Representa o nível aplicação da Taxonomia de Bloom e classifica os indivíduos que se relacionam com algum objeto de aprendizagem deste nível.
<i>analise</i>	Representa o nível análise da Taxonomia de Bloom e classifica os indivíduos que se relacionam com algum objeto de aprendizagem deste nível.
<i>sintese</i>	Representa o nível síntese da Taxonomia de Bloom e classifica os indivíduos que se relacionam com algum objeto de aprendizagem deste nível.
<i>avaliacao</i>	Representa o nível avaliação da Taxonomia de Bloom e classifica os indivíduos que se relacionam com algum objeto de aprendizagem deste nível.

Enquanto as classes definidas correspondentes ao nível classificam os objetos de aprendizagem que possuem comportamentos, verbos e dependência de um dos níveis da taxonomia. As classes correspondentes aos nomes dos níveis da taxonomia classificam o indivíduo que se relaciona com algum objeto de aprendizagem que possui nível correspondente, além de verificar se o indivíduo se relacionou com algum objeto de aprendizagem do nível anterior do qual o atual depende.

As classes definidas possuem axiomas que permitem classificar outras classes e instâncias na ontologia (seção 5.2.5). O relacionamento entre classes se dá por meio de propriedades. As propriedades de uma classe são herdadas por suas subclasses. A seção a seguir apresenta as propriedades da ontologia deste trabalho.

#### 4.2.4 Propriedades das classes

A presente ontologia possui seis *Object Properties*. Primeiramente a propriedade *dependeDe* permite relacionar indivíduos da classe *MapaDeConteudo* com indivíduos da classe *MapaDeDependencia*. Ou seja, indivíduos da classe *MapaDeConteudo*, como um objeto de aprendizagem, com indivíduos da classe *MapaDeDependencia*. *temNivel* relaciona as classes *ObjetivoEducacional* e *MapaDeDependencia*, permitindo o relacionamento de um objeto que possui comportamento e verbo – instâncias da classe *ObjetivoEducacional* –, por exemplo, com alguma instância de *MapaDeDependencia*. Essas duas primeiras propriedades são do tipo funcional, logo, um indivíduo ‘a’ pode relacionar-se a exatamente um indivíduo ‘b’ a partir da propriedade (HORRIDGE et. al., 2004).

As propriedades *temVerbo* e *temComportamento* relacionam as classes *Verbo* e *Comportamento* com a classe *MapaDeDependencia*. São do tipo transitiva e permitem que um objeto de aprendizagem se relacione com instâncias do tipo verbo e comportamento, classificando em um dos níveis do *MapaDeDependencia*. Essas duas propriedades são subclasses de *temObjetivo* que relaciona *TAXONOMIA* com *MapaDeDependencia*, e são utilizadas nas propriedades dos objetos de aprendizagem. Por fim, a propriedade *Jogou*, relaciona uma instância do tipo aluno com a classe *TAXONOMIA*, de forma transitiva.

As propriedades apresentadas a seguir (Quadro 9) pertencem as propriedades do objeto, e relacionam classes e instâncias da ontologia.

Quadro 9 - Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia

Domínio	Propriedade	Imagem	Representação
<i>ObjetivoEducacional</i>	<b><i>temNivel</i></b>	<i>MapaDeDependencia</i>	Representa o nível da taxonomia que alguma instância se relaciona
<i>MapaDeDependencia</i>	<b><i>temVerbo</i></b>	<i>Verbo</i>	Representa a relação de alguma instância com um dos verbos da taxonomia
<i>MapaDeDependencia</i>	<b><i>temComportamento</i></b>	<i>comportamento</i>	Representa a relação de alguma instância com um dos comportamentos da taxonomia
<i>MapaDeConteudo</i>	<b><i>dependeDe</i></b>	<i>MapaDeDependencia</i>	Representa a dependência que uma

			instância do tipo objeto de aprendizagem possui.
<i>MapaDeDependencia</i>	<b><i>temObjetivo</i></b>	<i>TAXONOMIA</i>	Relaciona <i>MapaDeDependencia</i> com Taxonomia
<i>TAXONOMIA</i>	<b><i>Jogou</i></b>	<i>MapaDeDependencia</i>	Representa a relação transitiva de um indivíduo do tipo aluno, com um indivíduo do tipo objeto de aprendizagem.

Foram também utilizadas propriedades de dados para auxiliar no mapeamento da Ontologia. Conforme Hinz (2008), a propriedade do tipo de dados (*Data Property*) utiliza uma variável para representar qualquer coisa no domínio abordado. É necessário definir o domínio a qual ela pertence e o seu valor que será um elemento do tipo *string*, *boolean*, *int*, etc. As propriedades de dados da ontologia proposta são apresentadas e descritas a seguir, no quadro 10.

Quadro 10 - Documento de Especificação de Requisitos da Ontologia

Domínio	Propriedade	Imagem	Representação
<i>MapaDeDependencia</i>	<b><i>temValorConteudo</i></b>	<i>xsd:integer</i>	Representa o valor do conteúdo do objeto de aprendizagem
<i>TAXONOMIA</i>	<b><i>temValorID</i></b>	<i>xsd:integer</i>	Representa o identificador do usuário

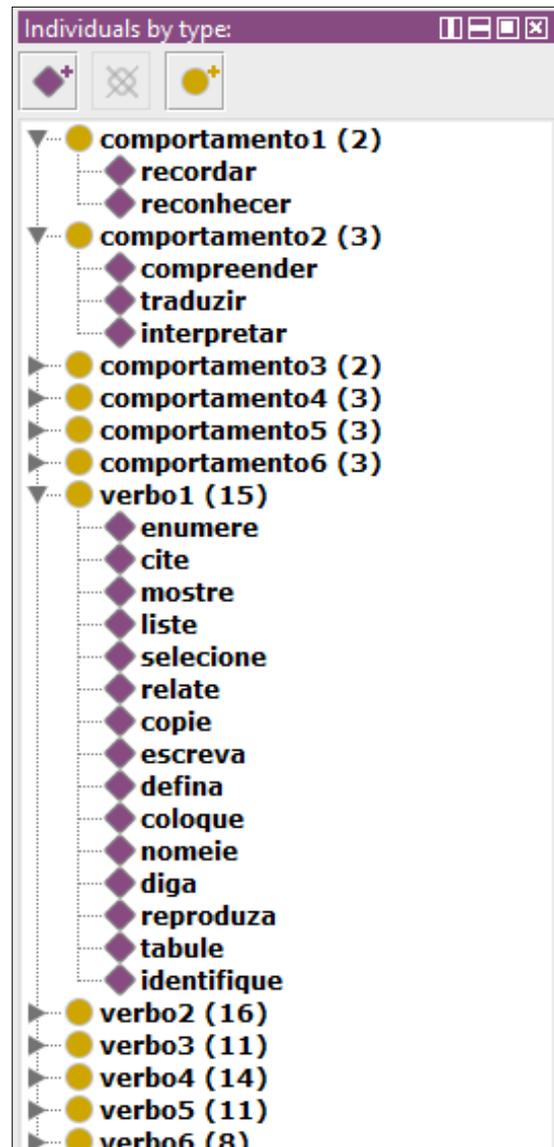
As propriedades de dados permitem que algumas informações possam ser armazenadas na ontologia, como o valor do conteúdo e o id do usuário. Como restrição têm-se para as duas propriedades do quadro 10 a característica funcional. Ou seja, para a propriedade impede que um indivíduo tenha mais de um valor de conteúdo, ou valor de id.

#### 4.2.5 Instâncias

As instâncias também podem ser chamadas de indivíduos. Para a ontologia deste trabalho algumas instâncias foram inseridas a fim de auxiliar na classificação dos indivíduos do tipo objetos de aprendizagem. A figura 34 apresenta algumas instâncias da ontologia, exibidas através da ferramenta *Protégé*.

Atualmente a ontologia conta com aproximadamente 100 instâncias que sempre permanecem na ontologia. Essas instâncias estão alocadas às subclasses das classes *MapaDeDependência* e *ObjetivoEducacional*, e são os níveis da taxonomia, verbos e comportamentos.

Figura 34: Instâncias da Ontologia



Como pode ser observado na figura 34, a maioria das instâncias permanentes da ontologia são verbos e comportamentos presentes na taxonomia de Bloom. Os mesmos foram baseados, principalmente no trabalho de Lima (2009), que apresenta uma certa quantidade de verbos para elaboração de objetivos educacionais para um determinado conteúdo. Cada verbo e comportamento pertence a uma única classe – subclasses de *comportamento* ou *verbo*.

A próxima seção diz respeito aos axiomas das classes definidas que classificam indivíduos e instâncias. Os indivíduos permanentes, como apresentado na figura 34, auxiliam na classificação das instâncias que se relacionam com os mesmos.

#### 4.2.6 Axiomas

A seguir, apresentam-se os axiomas relacionados a classificação de indivíduos para as subclasses da classe *MapaDeDependencia*. São elas: *nivel1*, *nivel2*, *nivel3*, *nivel4*, *nivel5* e *nivel6*. Posteriormente serão apresentadas as classes definidas relacionadas às subclasses da classe *TAXONOMIA*. A Listagem 1 apresenta o axioma da classe *nivel1*.

Listagem 1: Classe Definida *nivel1*

---

```

1 Class: nivel1
2 EquivalentTo: temObjetivo some conhecimento
3 EquivalentTo: MapaDeDependencia
4   and (temComportamento some comportamento1)
5   and (temVerbo some verbo1)
6   and (temValorConteudo some xsd:integer)

```

---

Para que uma instância seja associada a ao *nivel1* ela deve possuir duas propriedades (*temComportamento* e *temVerbo*), sendo um comportamento da classe *comportamento1* e um verbo da classe *verbo1*, além de um valor de conteúdo. Esta classe é subclasse do *MapaDeDependencia* e representa o objetivo educacional *conhecimento*, e por representar o nível Conhecimento da taxonomia não possui dependência – propriedade *dependeDe* – por se tratar do primeiro nível da taxonomia. A Listagem 2 apresenta a classe definida *nivel2*.

Listagem 2: Classe Definida *nivel2*

---

```

1 Class: nivel2
2 EquivalentTo: temObjetivo some compreensao
3 EquivalentTo: MapaDeDependencia
4   and (temComportamento some comportamento2)
5   and (temVerbo some verbo2)
6   and (temValorConteudo some xsd:integer)
7   and (dependeDe some nivel1)

```

---

O axioma da classe *nivel2* classifica indivíduos que possuem um valor de conteúdo, um verbo da classe *verbo2* e um comportamento da classe *comportamento2*.

Além disso, os indivíduos classificados através deste axioma também possuem uma dependência com alguma instância do seu nível anterior. Instância desse tipo são os objetos de aprendizagem, que possuem para o contexto da aplicação desta ontologia: um verbo, um comportamento, um valor de conteúdo e a dependência de outro objeto. O axioma da classe *nivel3* é apresentado na Listagem 3.

#### Listagem 3: Classe Definida *nivel3*

---

```

1 Class: nivel3
2 EquivalentTo: temObjetivo some aplicacao
3 EquivalentTo: MapaDeDependencia
4   and (temComportamento some comportamento3)
5   and (temVerbo some verbo3)
6   and (temValorConteudo some xsd:integer)
7   and (dependeDe some nivel2)

```

---

Como pode ser observado a classe *nivel3* reúne instâncias que possuem um valor de conteúdo e a dependência com alguma instância do *nivel2*, além dos verbos e comportamentos das classes *verbo3* e *comportamento3*.

Para as demais classes das Listagens 4, 5 e 6, segue-se a mesma estrutura dos axiomas anteriores, porém com a definição de níveis posteriores ao anterior. Assim, a Listagem 4 apresenta os axiomas necessários e suficientes para que uma instância seja membro da classe *nivel4*.

#### Listagem 4: Classe Definida *nivel4*

---

```

1 Class: nivel4
2 EquivalentTo: temObjetivo some analise
3 EquivalentTo: MapaDeDependencia
4   and (temComportamento some comportamento4)
5   and (temVerbo some verbo4)
6   and (temValorConteudo some xsd:integer)
7   and (dependeDe some nivel3)

```

---

A Listagem 5 apresenta os axiomas necessários para classificar instância na classe *nivel5* e representa o objetivo educacional Síntese.

Listagem 5: Classe Definida *nivel5*


---

```

1 Class: nivel5
2 EquivalentTo: temObjetivo some sintese
3 EquivalentTo: MapaDeDependencia
4   and (temComportamento some svn:comportamento5)
5   and (temVerbo some verbo5)
6   and (temValorConteudo some xsd:integer)
7   and (dependeDe some nivel4)

```

---

A Listagem 6 apresenta os axiomas necessários para classificar instância na classe *nivel6* e representa o objetivo educacional Avaliação.

Listagem 6: Classe Definida *nivel6*


---

```

1 Class: nivel6
2 EquivalentTo: temObjetivo some avaliacao
3 EquivalentTo: MapaDeDependencia
4   and (temComportamento some comportamento6)
5   and (temVerbo some verbo6)
6   and (temValorConteudo some xsd:integer)
7   and (dependeDe some nivel5)

```

---

Os próximos axiomas a serem apresentados dizem respeito às subclasses da classe *TAXONOMIA* e classificam instâncias do tipo aluno.

A classe apresentada na Listagem 7 é a classe *conhecimento* e representa o nível 1 da taxonomia de Bloom. Para ser definido nesta classe o indivíduo deve se relacionar com instâncias associadas ao *nivel1* do *MapaDeDependencia* através da propriedade *jogou*. Para o contexto de aplicação desta ontologia, esses indivíduos são os usuários – alunos – que utilizam objetos de aprendizagem. Por exemplo, considerando o axioma da Listagem 7, uma dada instância foi associada ao *nivel1* e outra instância estabelece uma relação com ela por meio da propriedade *jogou*, logo, a ontologia associa esta segunda instância à classe *conhecimento*.

Listagem 7: Classe Definida *conhecimento*


---

```

1 Class: conhecimento
2 EquivalentTo: TAXONOMIA
4   and (Jogou some nivel1)

```

---

Considerando que a taxonomia de Bloom é hierárquica, os axiomas para as classes relacionadas ao domínio cognitivo da taxonomia representam essa hierarquia

com o auxílio das subclasses do *MapaDeDependencia*. Assim, a classe que representa o próximo nível da taxonomia é a *compreensao*. O axioma desta classe associa indivíduos que estabeleçam relação com instâncias classificadas nos tipos *nivel1* e *nivel2*, como pode ser visto na Listagem 8.

#### Listagem 8: Classe Definida *compreensao*

---

```

1 Class: compreensao
2 EquivalentTo: TAXONOMIA
4   and (Jogou some nivel1)
5   and (Jogou some nivel2)

```

---

Da mesma forma, as próximas classes possuem axiomas necessários e suficientes para classificar instância em cada um dos níveis do domínio cognitivo representado na ontologia, como mostram as listagens a seguir.

#### Listagem 9: Classe Definida *aplicacao*

---

```

1 Class: aplicacao
2 EquivalentTo: TAXONOMIA
4   and (Jogou some nivel1)
5   and (Jogou some nivel2)
6   and (Jogou some nivel3)

```

---

#### Listagem 10: Classe Definida *analise*

---

```

1 Class: analise
2 EquivalentTo: TAXONOMIA
4   and (Jogou some nivel1)
5   and (Jogou some nivel2)
6   and (Jogou some nivel3)
7   and (Jogou some nivel4)

```

---

A Listagem 9 apresenta a classe definida *aplicacao*, para ser classificado nesta classe o indivíduo deve estar relacionado com os nível 1, 2 e 3 do *MapaDeDependencia*. Já a Listagem 10 apresenta a classe *analise* e reúne indivíduos que tenham se relacionado com 4 nível do *MapaDeDependencia*.

A propriedade *jogou* é transitiva. Quando uma instância se relaciona com outra instância por meio desta propriedade nesta ontologia, primeiramente é verificada a classificação da segunda instância, depois a primeira é classificada. Por exemplo, para que um indivíduo seja classificado na classe *sintese* (Listagem 11), ele deve estar

relacionado a, pelo menos, cinco instâncias – ou indivíduos – classificadas nos níveis 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, do *MapaDeDependencia*.

#### Listagem 11: Classe Definida *sintese*

---

```

1 Class: sintese
2 EquivalentTo: TAXONOMIA
4   and (Jogou some nivel1)
5   and (Jogou some nivel2)
6   and (Jogou some nivel3)
7   and (Jogou some nivel4)
8   and (Jogou some nivel5)

```

---

A classe *avaliacao* é apresentada na Listagem 12 e apresenta os axiomas necessários para classificar instância na classe.

#### Listagem 12: Classe Definida *avaliacao*

---

```

1 Class: avaliacao
2 EquivalentTo: TAXONOMIA
4   and (Jogou some nivel1)
5   and (Jogou some nivel2)
6   and (Jogou some nivel3)
7   and (Jogou some nivel4)
8   and (Jogou some nivel5)
9   and (Jogou some nivel6)

```

---

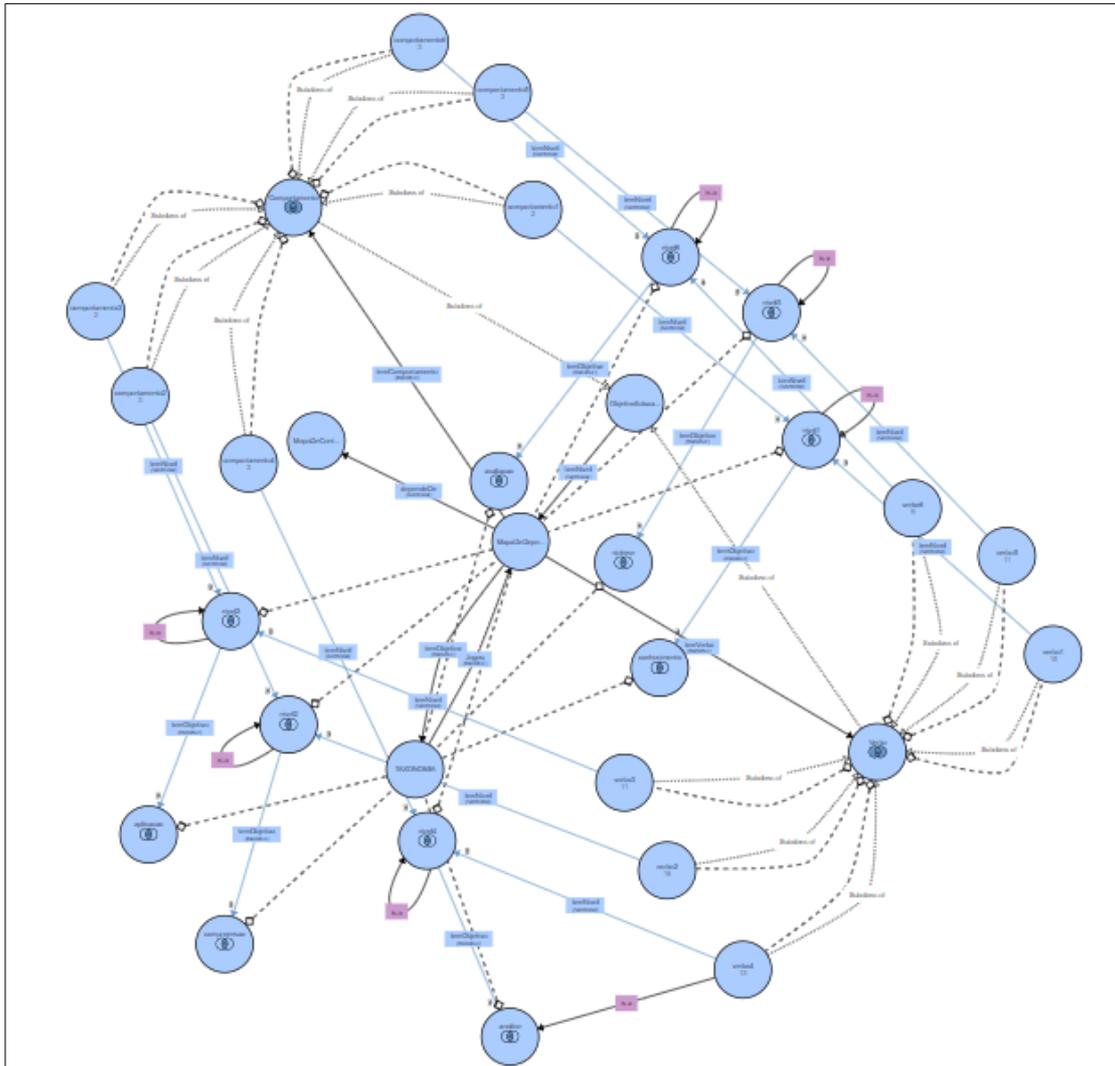
A próxima seção apresenta a visualização da ontologia por meio de uma ferramenta que possibilita verificar as classes em formas de ‘nós’, e as propriedades da ontologia, em forma de ‘arestas’.

### 4.2.7 Visualização da Ontologia

Através da ferramenta VOWL (*Visual Notation for OWL Ontologies*) a ontologia pode ser observada graficamente, estando mais clara a conexão das classes e propriedades da mesma. A Figura 35 ilustra esta visualização.

É possível observar que todas as classes estão ligadas e não existe nenhum nó/classe desconectada. Isso nos permite verificar que a ontologia deste trabalho pode ser considerada conectada.

Figura 35: Visualização da Ontologia



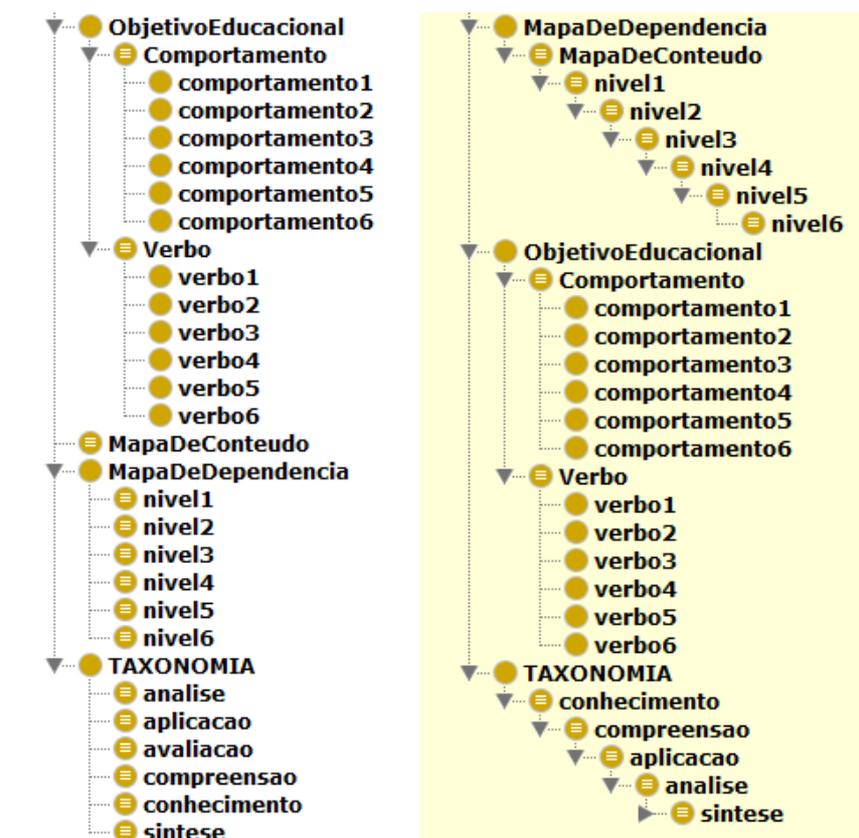
Concluído o desenvolvimento da ontologia desta pesquisa, a mesma foi integrada ao Jogo sério K-hunters para verificar sua utilidade, bem como auxiliar na classificação dos objetos de aprendizagem e do aluno na referida ferramenta. O próximo capítulo apresenta a validação da ontologia e como a ontologia foi integrada a ao K-hunters.

## 5 VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA

A validação da ontologia acontece a partir da verificação da sua corretude e consistência, conferindo se a mesma atende aos requisitos propostos de forma correta, e completude, verificando se a ontologia pode responder as questões de competências definidas. Através de um cenário hipotético a verificação analisou a completude e consistência da ontologia.

Com relação a corretude da ontologia, a figura 36 apresenta a execução do motor de inferência utilizado para a verificação, o motor de inferência *reasoner* FaCT++, presente na ferramenta *Protégé*. Do lado esquerdo da figura é possível observar as classes definidas, e do lado direito da figura encontra-se o modelo inferido da ontologia.

Figura 36: Inferência da Ontologia



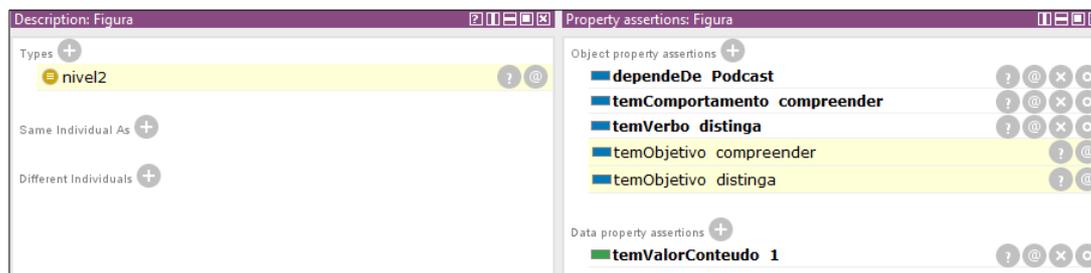
O comportamento observado para a hierarquia de classes inferida representa o contexto modelado de forma fidedigna, respeitando a hierarquia da taxonomia de Bloom. Considera-se ainda que não ocorreu nenhum erro ou anomalia nas definições

que causassem algum comportamento anormal. Isso denota que a ontologia pode ser considerada consistente.

Com relação à completude da ontologia, apresentamos a resposta às questões de competência estabelecidas no capítulo 4. E para responde-las utilizamos o motor de inferência da ferramenta *protégé*, inserindo dados hipotéticos de instância.

A figura 37 apresenta o resultado da inferência para a instância ‘Figura’. A instância se relaciona com as instâncias ‘distinga’, ‘compreender’ e ‘Podcast’. Além disso ela possui o valor do conteúdo 1. O resultado da inferência é a classificação da instância ‘Figura’ como sendo do tipo *nivel2*. ‘Figura’ representa um objeto de aprendizagem que possui o verbo *distinga* e o comportamento *compreender*. A classe definida *nivel2* possui o axioma (Listagem 2) que permite a classificação correta no nível do verbo e comportamento do objeto, além de verificar se o mesmo depende de um nível anterior. Com relação ao nível anterior, a instância ‘Podcast’ foi classificada no *nivel1*, possibilitando a classificação correta de ‘Figura’ no *nivel2* do Mapa de Dependência (Figura 37).

Figura 37: Inferência relacionada à instância de um objeto de aprendizagem

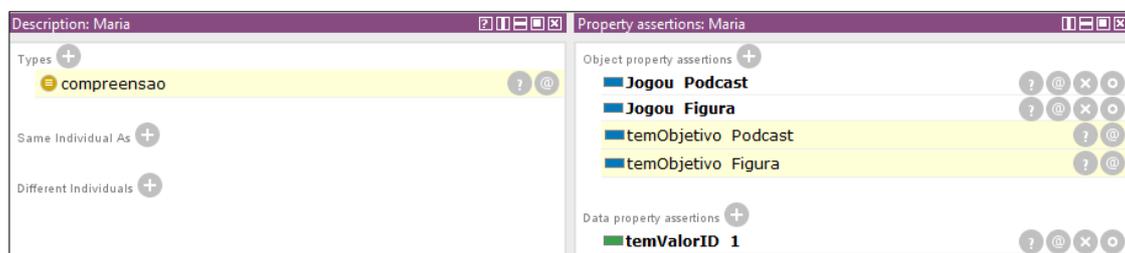


Assim, a ontologia responde as questões de competência QC1, pois foi possível classificar um objeto de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia a partir de suas propriedades. Bem como, para a questão de competência QC2, foi possível estabelecer a hierarquia dos conteúdos contidos nos objetos de aprendizagem, considerando o Mapa de Dependência.

A figura 38 apresenta o resultado da inferência para a instância ‘Maria’ que é classificada como sendo do tipo *compreensao*. A instância se relaciona com duas outras instâncias: ‘Podcast’ e ‘Figura’. ‘Maria’ representa um aluno, pois se relaciona com as demais instâncias através da propriedade *Jogou*, além de possuir um valor de identificação.

A classe definida *compreensao* reúne instâncias que se relacionam com outras instâncias do tipo *nivel1*, *nivel2*, etc. Para ser classificado em *compreensao*, o indivíduo deverá estar relacionado a duas instâncias, uma do *nivel1* e outra do *nivel2* (Listagem 8). De acordo com a Taxonomia de Bloom, os níveis cognitivos são hierárquicos, logo, para se alcançar um nível posterior, deve-se adquirir o conhecimento do nível atual. Neste exemplo hipotético ‘Maria’ precisou ser classificada primeiramente em *conhecimento*, por estar relacionada a ‘Podcast’ – e ‘Podcast’ ser do tipo *nivel1*, que representa o nível conhecimento da taxonomia –, para então ser classificada em *compreensao*, considerando o relacionamento com a instância ‘Figura’ do tipo *nivel2*.

Figura 38: Inferência relacionada à instância de um aluno



Relacionada a resposta à questão de competência QC3, o exemplo demonstra que quando uma instância relacionada a um aluno se relaciona com outra instância relacionada a um objeto de aprendizagem, a ontologia verifica o nível a que pertence o objeto de aprendizagem e posterior a isso, classifica o aluno em um dos níveis da taxonomia. Ela também faz isso verificando se o aluno também está relacionado com os objetos de aprendizagem da dependência estabelecida.

Ainda para validar esta ontologia, foi utilizada a ferramenta K-hunters, pois a mesma possui o contexto de aplicação da ontologia deste trabalho. Nesta validação foram utilizados dados reais obtidos por meio da utilização de usuários, a partir do estudo de caso realizado e apresentado na seção 5.3 desta dissertação. A próxima seção apresenta o contexto de aplicação da ontologia desta pesquisa.

### 5.1 CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA ONTOLOGIA: Jogo K-hunters

O jogo K-Hunters faz parte de um projeto desenvolvido e mantido através da parceria entre a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a Unidade de

Ensino Superior Dom Bosco (UNDB). O objetivo do projeto e consequentemente do jogo é minimizar o isolamento de crianças com espectro autista (TEA), além de possibilitar aprendizagem através dos objetos de aprendizagem.

K-hunters é um jogo sério em um ambiente 3D que utiliza Geolocalização, RV e RA, dispondo de monstros virtuais que possuem um objeto de aprendizagem cadastrado para cada monstro. O jogo provê um ambiente tridimensional de busca e visualização de monstros virtuais detentores de conhecimento. A aplicação pode ser executada em plataformas móveis que possuem hardware de GPS (*Global Position System*) (SILVA, 2018). A interface principal do jogo é apresentada a seguir (Figura 39):

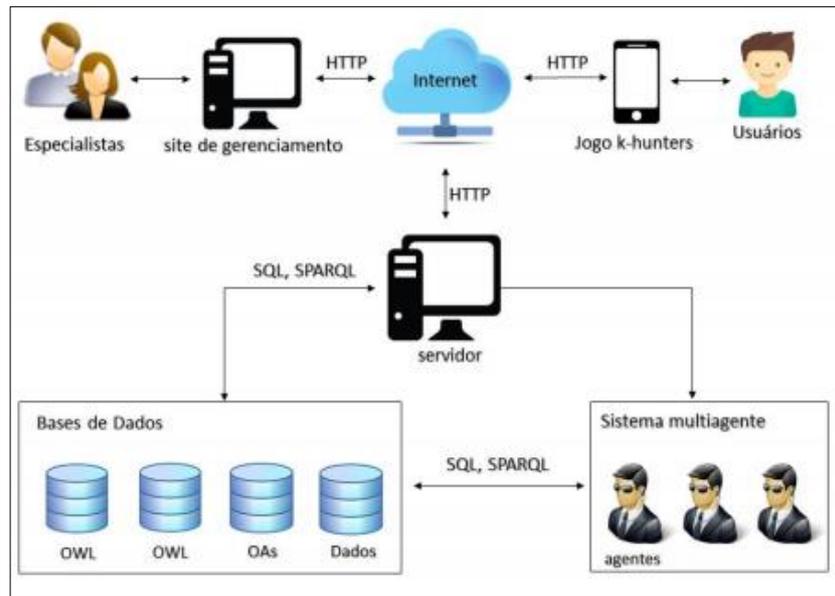
Figura 39: Interface K-hunters - jogador



Fonte: Silva (2018)

Para compreendermos melhor o funcionamento do jogo, a figura 40 a seguir apresenta a arquitetura da ferramenta K-hunters.

Figura 40: Arquitetura do K-hunters



Fonte: Silva (2018).

Baseado na figura anterior notamos que o jogo possui um site de gerenciamento, local onde os especialistas cadastram os alunos e os objetos de aprendizagem que serão acessados pelo usuário do aplicativo. Deste modo, são armazenados o conhecimento dos dados inseridos em ontologias, bem como os dados dos objetos de aprendizagem e dos usuários ficam armazenados na base de dados. Além disso a ferramenta possui um sistema multiagente para comunicação com a base de dados semânticos.

A aplicação se comunica com o repositório de objetos de aprendizagem buscando os objetos nele contidos. O formato de OAs adotado é o REA (Recursos Educacionais Abertos) no padrão genérico proposto por Souza, Mendes Neto e Muniz (2013). Este formato apresenta metadados que contextualizam os REA para ambientes como o E-learning (SILVA, 2018). A figura a seguir apresenta a tela de cadastro do objeto de aprendizagem:

Figura 41: Tela de cadastro do OA

The screenshot displays a registration form for an Object of Learning (OA). The form is divided into several sections:

- Dados do Objeto de Aprendizagem:** Fields for 'Título' (Title), 'Autor' (Author), and 'URL' (URL).
- Propriedades do Objeto de Aprendizagem:** Fields for 'Categoria' (Category) and 'Descrição' (Description).
- Área de Conteúdo:** A dropdown menu for 'Área de Conteúdo' and a 'Mostrar lista' button.
- Arquivos do Objeto de Aprendizagem (Máximo 2):** Instructions for uploading video (MP4), audio (MP3), and image (JPEG or PNG) files, with fields for 'Arquivo Principal' and two 'Arquivo Secundário' entries.
- Monstro relativo ao Objeto de Aprendizagem:** A selection interface showing a cartoon monster character.
- Mapa - Seleção o Local do Monstro:** A map interface for selecting the location of the monster.

Fonte: Silva (2018).

O especialista insere as informações que compõem os objetos de aprendizagem nos repositórios, carrega o objeto de aprendizagem – vídeo, texto, imagem, etc – e em seguida escolhe o monstro a que estará associado o objeto de aprendizagem e a sua localização. O especialista também pode inserir alguma pergunta sobre o conteúdo do objeto de aprendizagem. A figura seguinte demonstra como o usuário final interage com o objeto de aprendizagem.

Figura 42: Interação do usuário K-hunters



Fonte: Silva (2018).

A contribuição da ontologia para objetos de aprendizagem deste trabalho para a ferramenta K-hunters diz respeito à classificação dos objetos de aprendizagem, considerando a taxonomia de Bloom. Para tanto, algumas funcionalidades foram adicionadas à ferramenta. Outrossim, além de classificar os objetos, a ontologia também permite a classificação do usuário final em uma das categorias do domínio cognitivo da taxonomia, considerando o objeto de aprendizagem acessado e a avaliação.

### 5.1.1 Sistema Multiagente da Ferramenta K-hunters

O K-hunters conta com um Sistema Multiagente (SMA) para classificação de crianças e armazenamento de estratégia para transmissão de conteúdo. Para compreensão do sistema SMA, apresenta-se o seguinte modelo de tarefa (figura 43):

Figura 43: Modelo de tarefas para o SMA do K-hunters



Fonte: Silva (2018).

Cada tarefa tem as seguintes funções, segundo Silva (2018):

- *Consultar Indivíduos Sem Classificação* (1) foi definida levando-se em conta as características autistas dos usuários cadastrados no sistema as quais podem indicar seu nível de autismo. A partir destas características, pode-se então definir a classificação de autismo do jogador. Para isso, é preciso consultar nas bases de dados os usuários que ainda não foram classificados para que o SMA os classifique.

- *Definir Classificação do Indivíduo* (2) está diretamente relacionada à tarefa (1) complementando seu sentido. Esta tarefa visa analisar as características autistas dos usuários sem classificação e, a partir disso, definir seu nível de autismo.
- *Consultar Indivíduos sem Estratégia* (3) foi definida baseando-se no fato de que objetos de aprendizagem podem apresentar formatos de hipermídia variados. Então é necessário definir o formato da que melhor se adequa para transmissão do conteúdo do OA aos usuários que o detém. A partir disso, é preciso consultar nas bases de dados quais usuários possuem objetos de aprendizagem cuja hipermídia não foi definida.
- *Definir Estratégia de Transmissão* (4) busca definir para cada usuário a melhor hipermídia de transmissão. Para isso, nesta tarefa ocorre a busca por hipermídias utilizadas em usuários semelhantes para que se possa definir a mais adequada para cada perfil.
- *Consultar Estratégias Que Precisam Ser Analisadas* (4) surgiu da necessidade de se avaliar se a transmissão de um conteúdo por determinada hipermídia está possibilitando que o usuário acerte as questões relacionadas ao conteúdo. Por conseguinte, deve-se realizar a consulta nas bases de dados buscando-se estratégias que, após determinado tempo de uso, necessitam ser analisadas.
- *Alterar Estratégia de Transmissão* (5) é complementar à tarefa (4). Sua responsabilidade é analisar se a hipermídia atualmente utilizada está sendo eficiente. Em caso negativo, novas hipermídias ainda não utilizadas devem ser atribuídas para transmissão do conteúdo.
- *Consultar Índices de Aprendizado Não Armazenados* (6) surgiu da necessidade de armazenar os índices de acertos das questões na ontologia de tarefa. Para isso, deve-se consultar nas bases de dados, para determinado objeto de aprendizagem, a hipermídia de transmissão utilizada, a quantidade de vezes que o usuário respondeu a uma questão e a quantidade de acertos sobre essa questão.
- *Inserir Valores da Estratégia* (7). A mesma objetiva inserir na ontologia de tarefa os valores retornados da consulta, uma vez que estes valores são essenciais para que outras tarefas possam ser realizadas e para visualização por parte dos especialistas responsáveis pelas crianças.

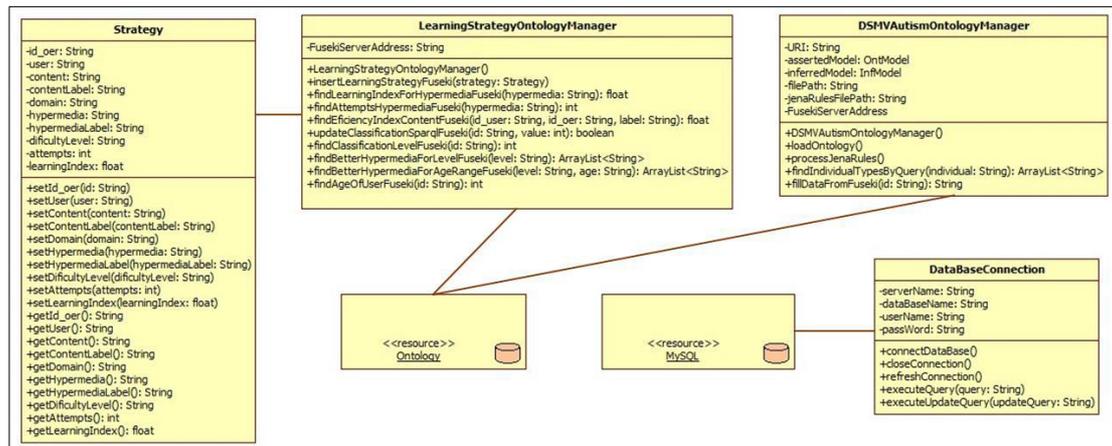
Relacionado à utilização da ontologia deste trabalho pela ferramenta K-hunters fez-se necessário adicionar algumas tarefas para classificar objetos de aprendizagem que não possuem classificação e para classificar alunos em um dos níveis da taxonomia de Bloom, as mesmas podem ser descritas da seguinte forma:

- *Consultar Objetos de Aprendizagem sem classificação*: leva em consideração as características dos objetos de aprendizagem cadastrados no sistema que podem indicar um nível da taxonomia de Bloom. A partir destas características, pode-se então definir a classificação taxonômica do objeto. Isso é feito buscando nas bases de dados os objetos de aprendizagem que ainda não foram classificados.
- *Definir Classificação do Objeto de Aprendizagem* está diretamente relacionada à tarefa anterior complementando seu sentido. Esta tarefa visa analisar as características dos objetos de aprendizagem sem classificação, definindo o nível taxonômico.
- *Consultar relação do Indivíduo aluno com algum Objeto de Aprendizagem*: a tarefa diz respeito a buscar o objeto de aprendizagem utilizado por um determinado aluno, para verificar primeiramente a dependência do objeto de aprendizagem. Depois busca na base ontológica se o usuário tem relação com o objeto de aprendizagem a quem o que foi retornado na busca depende.
- *Definir Classificação do Aluno*: relacionada à tarefa anterior, esta tarefa classifica o aluno em um dos níveis da taxonomia, após verificar a dependência do objeto de aprendizagem que o mesmo utilizou.

O Modelo de Recursos e Objetos da figura 44 apresenta os objetos e recursos utilizados pelo SMA da ferramenta K-hunters. Descrita por Silva (2018):

Neste modelo há quatro objetos e dois recursos. Três classes representam os objetos responsáveis pelo gerenciamento das informações das ontologias e da base de dados MySQL e uma quarta classe é responsável por representar a estratégia de transmissão de conteúdo. Os recursos são as bases de dados MySQL e as ontologias que são acessadas pelo SMA. (p. 52).

Figura 44: Modelo de Recursos para o SMA do K-hunters

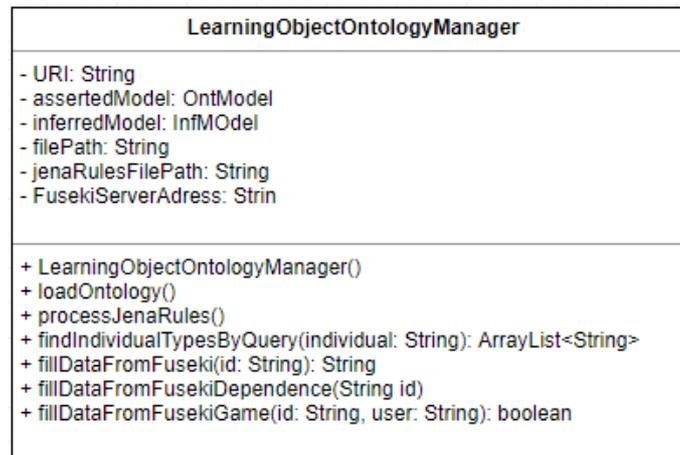


Fonte: Silva (2018).

Explicando a figura 44, a classe *LearningStrategyOntologyManager* é responsável por objetos que realizam a comunicação com as ontologias, e realizam operações sobre as bases de dados, como inserir, atualizar, deletar e consultar. Cada um de seus métodos possui consultas SPARQL (Figura 18), e os agentes se utilizam desses métodos. A classe *DSMVAutismOntologyManager* tem por objetivo disponibilizar objetos para comunicação com a ontologia *DSMVAutism* que está sendo provida pela base de dados *Ontology*. A mesma também mantém um modelo local da ontologia e pode instanciar o modelo inferido também. Sua função é o preenchimento da ontologia local, até o processamento de regras de inferência que permitem instanciar o modelo inferido com a classificação dos usuários. Com relação a classe *DataBaseConnection*, ela representa o objeto que se comunica com a base de dados MySQL. O detalhamento dessas classes pode ser visto no trabalho de Silva (2018).

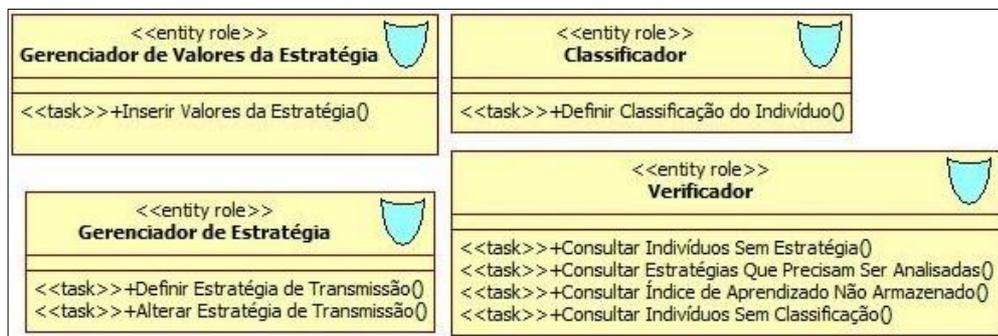
A classe *LearningObjectOntologyManager* (figura 45) foi adicionada ao SMA do K-hunters para comunicação do sistema com a base ontológica deste trabalho. A mesma teve por objetivo oferecer objetos para comunicação com a ontologia desta pesquisa. Assim como a classe *DSMVAutismOntologyManager*, ela mantém um modelo local da ontologia e também pode instanciar o modelo inferido da mesma, os métodos da classe permitem o preenchimento da ontologia local com os dados dos objetos de aprendizagem e da interação do aluno, como também o processamento de regras de inferência para instanciar o modelo inferido com a classificação dos objetos de aprendizagem e/ou do usuário. A partir também desta classe os agentes puderam inserir ou requisitar informação na base ontológica.

Figura 45: Classe LearningObjectOntologyManager



Por meio dos agentes do SMA, o sistema então utiliza o conhecimento ontológico para classificação dos usuários e estabelece estratégias na aplicação. O sistema contava com quatro agentes (figura 46): um agente verificador (AgV), um agente classificador (AgC), outro agente para gerenciar estratégias (AgGE) e um para gerenciar valores de estratégia (AgGVE).

Figura 46: Papéis dos agentes na ferramenta K-hunters



Fonte: Silva (2018).

O AgV detém todas as tarefas relativas às consultas nas bases de dados. Logo, quando os demais agentes necessitam consultar informações nas bases de dados, se comunicam com o agente detentor do papel de verificar essas informações através de consultas às bases. O AgGE possui as tarefas relativas à definição e alteração das estratégias de transmissão de conteúdo. Para gerenciar os valores da estratégia, o

AgGVE insere valores da estratégia na ontologia de tarefa. Por fim, o AgC realiza a tarefa de definir a classificação dos indivíduos não classificados. (SILVA, 2018).

Para a manipulação dos dados do K-hunters nesta pesquisa, utilizando a ontologia deste trabalho, desenvolveu-se dois agentes que foram adicionados ao SMA do jogo, um agente classificador de objetos de aprendizagem (AgCOA) e outro classificador do jogador (AgCG). Para tanto, ainda foi necessário adaptar os AgV para consultar os objetos de aprendizagem não classificados e a interação do aluno com os objetos de aprendizagem. A figura 47 apresenta o papel desses agentes.

Figura 47: Papéis dos agentes adicionados na ferramenta K-hunters

<<entity role>> <b>Verificador (adaptado)</b> 	<<entity role>> <b>Classificador do Objeto de Aprendizagem</b> 
<<task>> + Consultar indivíduos sem estratégia() <<task>> + Consultar objetos de aprendizagem não classificados() <<task>> + Consultar interação com os objetos de aprendizagem() . . .	<<task>> + Definir classificação do objeto de Aprendizagem()
	<<entity role>> <b>Classificador do Jogador</b> 
	<<task>> + Definir classificação do Jogador()

Como pode ser observado na figura 47, o AgV passou a realizar consultas à base de dados relacionadas ao objeto de aprendizagem e a interação do aluno com o objeto. Através da solicitação enviada pelos agentes AgCOA e AgCG, o AgV envia os dados dos indivíduos para que os agentes possam classificar o objeto de aprendizagem e informar o nível cognitivo do aluno depois de sua interação com determinado objeto.

As adaptações apresentadas nesta seção foram necessárias para tornar possível a validação da ontologia deste trabalho, na ferramenta K-hunters (capítulo 5) e na aplicação do estudo de caso que utilizou a ferramenta com a integração da ontologia.

## 5.2 VERIFICAÇÃO TECNOLÓGICA DA ONTOLOGIA

Como já apresentado (Figura 40) a ferramenta K-hunters utiliza uma base de dados composta pela base MySQL<sup>11</sup> e as ontologias. A base ontológica trata-se do servidor de ontologias *Apache Jena Fuseki*, um servidor de dados RDF provido e mantido pela Apache (APACHE, 2017). Nele estão inseridas as ontologias do K-

<sup>11</sup> Um banco de dados com a maioria dos serviços gratuitos. Disponível em: <https://www.mysql.com/>

hunters e foi onde a ontologia desta pesquisa também foi inserida.

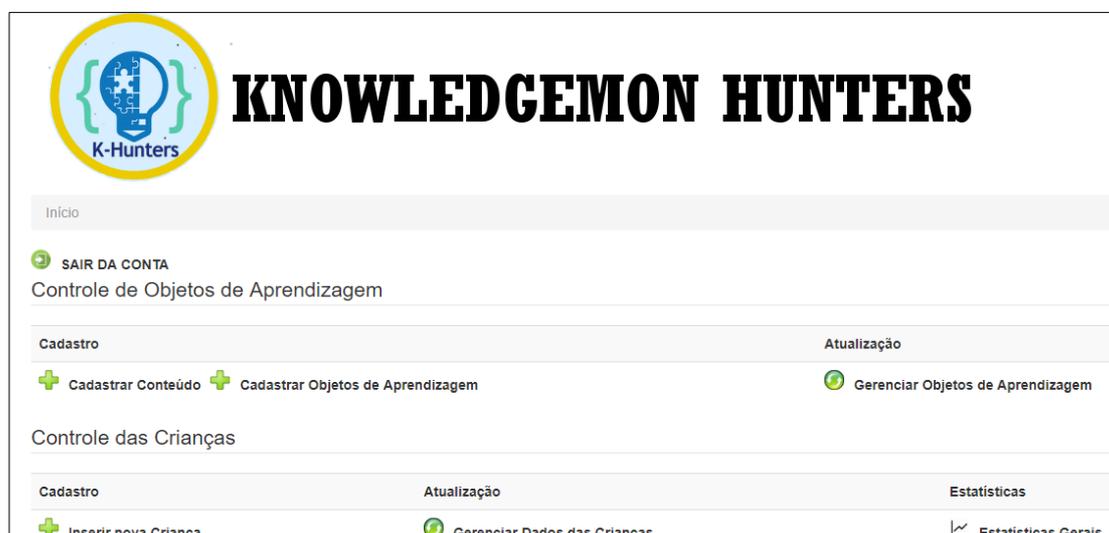
Também se fez necessária a utilização do SMA da ferramenta, com o desenvolvimento de dois agentes de software para auxiliar na consulta e comunicação com a base de dados ontológica, classificando os objetos de aprendizagem e os alunos. Através dos dados obtidos por meio da utilização dos pedagogos no estudo de caso (seção 5.3) obteve-se os resultados relatados a seguir.

### 5.2.1 Integração da Ontologia na Objetos de Aprendizagem

Para a utilização da ontologia deste trabalho pela ferramenta K-hunters, foram necessárias algumas alterações, primeiro na interface da ferramenta e depois na entrada dos dados relacionadas a inserção dos objetos de aprendizagem.

Inicialmente precisou-se organizar o cadastro dos objetos de aprendizagem por meio de seu conteúdo. Tendo em vista a progressão cognitiva da taxonomia para um determinado conteúdo. A figura 48 apresenta a interface alterada da ferramenta para a inserção do conteúdo.

Figura 48: Tela principal do K-hunters



Fonte: Silva (2018), adaptada.

A opção “Cadastrar Conteúdo” foi adicionada à ferramenta. Desta forma o professor só poderia inserir um objeto de aprendizagem, caso já exista um conteúdo cadastrado. Clicando na opção “Cadastrar Objetos de Aprendizagem” o professor é

direcionado para a tela onde se encontra o conteúdo cadastrado pelo mesmo, como demonstra a figura 49.

Figura 49: Tela da lista de conteúdos na ferramenta K-hunters

ID	CONTEÚDO	OPERAÇÃO
5	agua	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem
6	Leitura e escrita	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem
7	vogais	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem
8	Dengue	<input type="checkbox"/> Cadastrar Objeto de Aprendizagem <input type="checkbox"/> Listar Objetos de Aprendizagem

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Como pode ser visto na figura 49, o professor agora pôde cadastrar objetos de aprendizagem para o conteúdo cadastrado por ele. Essa funcionalidade foi necessária para a utilização do conhecimento da ontologia considerando a taxonomia de Bloom, visto que a mesma organiza os objetos de aprendizagem em níveis e precisa identificar o conteúdo a que pertence determinado objeto de aprendizagem, verificando também a dependência do mesmo para garantir a corretude dos dados.

Figura 50: Parte da tela de cadastro alterada para inserir o objetivo educacional do objeto de aprendizagem.

<b>Comportamentos:</b>	<b>Nível 1:</b> <input type="checkbox"/> recordar <input type="checkbox"/> reconhecer
	<b>Nível 2:</b> <input type="checkbox"/> traduzir <input type="checkbox"/> compreender <input type="checkbox"/> aplicar
	<b>Nível 3:</b> <input type="checkbox"/> usar <input type="checkbox"/> resolver
	<b>Nível 4:</b> <input type="checkbox"/> distinguir <input type="checkbox"/> classificar <input type="checkbox"/> relacionar
	<b>Nível 5:</b> <input type="checkbox"/> criar <input type="checkbox"/> classificar <input type="checkbox"/> combinar
	<b>Nível 6:</b> <input type="checkbox"/> apreciar <input type="checkbox"/> avaliar <input type="checkbox"/> criticar
<b>Verbos:</b>	<b>Nível 1:</b> <input type="checkbox"/> escreva <input type="checkbox"/> liste <input type="checkbox"/> mostre <input type="checkbox"/> tabule <input type="checkbox"/> tabule <input type="checkbox"/> enumere <input type="checkbox"/> copie <input type="checkbox"/> selecione <input type="checkbox"/> nomeie <input type="checkbox"/> diga <input type="checkbox"/> defina <input type="checkbox"/> reproduza <input type="checkbox"/> relate <input type="checkbox"/> identifique <input type="checkbox"/> cite <input type="checkbox"/> coloque
	<b>Nível 2:</b> <input type="checkbox"/> explique <input type="checkbox"/> associe <input type="checkbox"/> distinga <input type="checkbox"/> estenda <input type="checkbox"/> estimule <input type="checkbox"/> agrupe <input type="checkbox"/> sumarie <input type="checkbox"/> converta <input type="checkbox"/> discuta <input type="checkbox"/> resuma <input type="checkbox"/> traduza <input type="checkbox"/> ordene <input type="checkbox"/> diferencie <input type="checkbox"/> descreva <input type="checkbox"/> interprete <input type="checkbox"/> ilustre
	<b>Nível 3:</b> <input type="checkbox"/> use <input type="checkbox"/> compute <input type="checkbox"/> resolva <input type="checkbox"/> aplique <input type="checkbox"/> calcule <input type="checkbox"/> termine <input type="checkbox"/> experimente <input type="checkbox"/> demonstre <input type="checkbox"/> descubra <input type="checkbox"/> determine <input type="checkbox"/> torne
	<b>Nível 4:</b> <input type="checkbox"/> analise <input type="checkbox"/> classifique <input type="checkbox"/> categorize <input type="checkbox"/> compare <input type="checkbox"/> contraste <input type="checkbox"/> reduza <input type="checkbox"/> arranje <input type="checkbox"/> conserte <input type="checkbox"/> divida <input type="checkbox"/> priorize <input type="checkbox"/> indique <input type="checkbox"/> diagrame <input type="checkbox"/> discrimine <input type="checkbox"/> separe
	<b>Nível 5:</b> <input type="checkbox"/> crie <input type="checkbox"/> proponha <input type="checkbox"/> formule <input type="checkbox"/> modifique <input type="checkbox"/> substitua <input type="checkbox"/> integre <input type="checkbox"/> rearranje <input type="checkbox"/> adapte <input type="checkbox"/> reescreva <input type="checkbox"/> antecipe <input type="checkbox"/> compile
	<b>Nível 6:</b> <input type="checkbox"/> julgue <input type="checkbox"/> argumente <input type="checkbox"/> avalie <input type="checkbox"/> recomende <input type="checkbox"/> explique <input type="checkbox"/> justifique <input type="checkbox"/> decida <input type="checkbox"/> teste <input type="checkbox"/> conclua

Ao clicar na opção “Cadastrar Objeto de Aprendizagem”, mostrada na figura 49, o usuário é direcionado para a tela de cadastro do objeto de aprendizagem, antes, como demonstrado na figura 38. Porém, para a obtenção dos dados relacionados aos objetivos educacionais foi adicionado à interface as opções apresentadas na figura 50.

Para auxiliar o processo de definição do objetivo educacional, são apresentadas as opções relacionadas aos verbos e comportamentos da taxonomia de Bloom (Figura 2). Desta forma garantimos que as informações necessárias para a classificação dos objetos de aprendizagem pela ontologia fossem inseridas.

Posterior ao cadastro do objeto de aprendizagem, clicando no botão “Listar Objetos de Aprendizagem”, o professor poderá gerenciar os objetos de aprendizagem já cadastrados pelo mesmo. A opção “Dependência” (Figura 51) foi inserida para que o professor informasse a qual objeto de aprendizagem o atual selecionado depende. Fez-se necessário esta opção para estabelecer a dependência entre os objetos de aprendizagem, pois a ontologia classifica os objetos considerando também a dependência dos mesmos.

Figura 51: Tela com a lista de Objetos de Aprendizagem do K-hunters

ID	TÍTULO	AUTOR	TAXONOMIA	COMPORTAMENTO	VERBO	CONTEÚDO	OPERAÇÃO
27	Conjunto dos números naturais 1	Júlio Pereira	conhecimento	reconhecer	diga	Conjuntos	<ul style="list-style-type: none"> <li> Alterar Objeto de Aprendizagem</li> <li> Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Definir Hipermidia</li> <li> Dependência</li> </ul>
28	Quanto valho	Júlio Pereira		compreender	associe	Conjuntos	<ul style="list-style-type: none"> <li> Alterar Objeto de Aprendizagem</li> <li> Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Definir Hipermidia</li> <li> Dependência</li> </ul>

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Na figura 51, o objeto de aprendizagem de número 27 possui a classificação da taxonomia relacionada ao nível Conhecimento, isso porque este nível é o mais baixo na hierarquia e não depende de nenhum anterior a ele, logo, o sistema classificou o mesmo neste nível a partir do conhecimento ontológico. Entretanto, o objeto de número 28 não está classificado por não ter sido inserida a dependência do mesmo naquele momento. Vale salientar, que no ato de inserir a dependência, o sistema apenas exibe objetos de

aprendizagem do nível anterior ao que se pretende inserir a dependência, evitando inconsistência nos dados inseridos na base ontológica.

Para o objeto de número 28, por exemplo, a tela apresentada na figura 52 mostra as opções de dependência, que no caso é o objeto do nível anterior, que para este exemplo é o objeto de número 27.

Figura 52: Tela para adicionar dependência entre os objetos de aprendizagem

Lista de objetos de aprendizagem para dependência			
ID	TÍTULO	TAXONOMIA	OPÇÃO
27	Conjunto dos números naturais 1	conhecimento	<input type="radio"/> Selecionar

[Definir Dependência](#)

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Como característica dos objetos de aprendizagem tem-se a reutilização. Neste caso, o professor pode reutilizar objetos de aprendizagem já cadastrados na ferramenta, no momento de estabelecer a dependência.

Outras alterações na interface dizem respeito a exibição dos dados após o sistema classificar os objetos de aprendizagem e a aprendizagem dos alunos, a partir do conhecimento e utilização da ontologia deste trabalho. No decorrer do próximo tópico estas alterações poderão ser identificadas.

### 5.2.2 Resultados da Integração

A partir da figura 53, pode-se observar a classificação correta dos objetos de aprendizagem no sistema considerando seu verbo e comportamento. O objeto de aprendizagem, cujo ID na imagem é 30, possui o verbo “lista” e o comportamento “reconhecer”. A partir destas informações o sistema pôde, através do conhecimento ontológico, classificar o objeto no nível Conhecimento da taxonomia de Bloom.

Figura 53: Tela da lista e classificação dos objetos de aprendizagem do K-hunters

ID	TÍTULO	AUTOR	TAXONOMIA	COMPORTAMENTO	VERBO	CONTEÚDO	OPERAÇÃO
30	vogais	Margareth	conhecimento	reconhecer	lista	Leitura	<ul style="list-style-type: none"> <li> Alterar Objeto de Aprendizagem</li> <li> Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Definir Hipermidia</li> <li> Dependência</li> </ul>
31	Formar palavras	Margareth	compreensão	compreender	interprete	Leitura	<ul style="list-style-type: none"> <li> Alterar Objeto de Aprendizagem</li> <li> Inserir Pergunta Neste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem</li> <li> Definir Hipermidia</li> <li> Dependência</li> </ul>

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Para a classificação do objeto de aprendizagem de ID 31 no nível Compreensão da taxonomia, o sistema verificou a dependência deste objeto de aprendizagem através do SMA e da ontologia. No exemplo da figura 53, o objeto de aprendizagem 31 dependia do objeto de aprendizagem 30, além disso possuía o objetivo educacional – verbo e comportamento – do nível 2 da taxonomia. Logo, foi possível classificar estes objetos de maneira correta para o conteúdo “Leitura”.

A próxima análise dos resultados da integração da ontologia ao sistema K-hunters foi com relação à classificação do aluno em um dos níveis da taxonomia. Para esta classificação, primeiramente verifica-se a interação do aluno com determinado objeto de aprendizagem, depois, se o mesmo respondeu corretamente à questão inserida pelo professor para avaliar a aprendizagem do aluno.

Como exemplo do funcionamento desta classificação, a figura 54 apresenta a questão inserida por um dos participantes do estudo de caso para o objeto de aprendizagem 30 (Figura 53). Esta tela é aberta após clicar na opção “Listar Perguntas deste Objeto de Aprendizagem”.

Figura 54: Tela de apresentação de um enunciado de uma pergunta no K-hunters

ID	ENUNCIADO	OPERAÇÃO
25	Liste a sequência correta das iniciais das figuras do lado esquerdo	<ul style="list-style-type: none"> <li> Editar Pergunta</li> <li> Excluir Pergunta</li> </ul>

Fonte: Silva (2018), adaptada.

O acompanhamento da aprendizagem do aluno no K-hunters pode ser visto através o botão “Gerenciar dados das crianças” (Figura 48), cujas opções são apresentadas na figura 55.

Figura 55: Tela com a lista de crianças cadastradas no K-hunters

INÍCIO				
Lista de Usuários Cadastrados				
ID	NOME	SEXO	IDADE	OPERAÇÃO
25	Maria	F	5	 Alterar Cadastro  Remover Cadastro  Acompanhar Aprendizado
26	Pedro	M	6	 Alterar Cadastro  Remover Cadastro  Acompanhar Aprendizado
34	José Neto	M	7	 Alterar Cadastro  Remover Cadastro  Acompanhar Aprendizado

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Clicando na opção “Acompanhar Aprendizado”, o professor pode observar os objetos de aprendizagem que o aluno interagiu e observar o seu desempenho sobre aquele conteúdo. A figura 56 mostra a tela de acompanhamento da aprendizagem.

Figura 56: Tela de acompanhamento da aprendizagem no K-hunters

Dados Pessoais							
ID	NOME	SEXO	IDADE	NÍVEL DE AUTISMO			
34	José Neto	M	7				
Conteúdos Capturados							
ID	TÍTULO	CONTEÚDO	DOMÍNIO	DESCRIÇÃO	HIPERMÍDIA ATUAL	TAXONOMIA	OPERAÇÃO
30	vogais	Leitura	Língua Portuguesa	aprendendo as vogais	Texto	Classificação	Alterar Hiperímia
31	Formar palavras	Leitura	Língua Portuguesa	preencha com a vogal correta	Hiperímia Padrão	Classificação	Alterar Hiperímia

Fonte: Silva (2018), adaptada.

O botão “Classificação” foi adicionado a esta interface para que o professor verificasse a classificação do aluno, considerando o nível da taxonomia estabelecido para aquele objeto de aprendizagem que o aluno interagiu.

Para os dados apresentados na figura 56, temos o aluno José Neto – inserido por um dos professores que participaram do estudo de caso – que “capturou” dois objetos de aprendizagem de ID 30 e 31, respectivamente. Ao clicar no botão classificação para o objeto de aprendizagem de ID 30, o professor é direcionado para a página apresentada na figura 57.

Figura 57: Tela com a classificação taxonômica do aluno no K-hunters

Taxonomia de Bloom: acompanhamento do aprendiz				
Objeto Capturado				
ID	TENTATIVAS	ACERTOS	TAXONOMIA	OPERAÇÃO
30	1	1	conhecimento	 Listar Perguntas Deste Objeto de Aprendizagem

Taxonomia de Bloom: Conteúdo Leitura				
ID	TENTATIVAS	ACERTOS	TAXONOMIA	OPERAÇÃO
30	1	1	conhecimento	 Alterar Objeto de Aprendizagem
31	1	1	compreensão	 Alterar Objeto de Aprendizagem
32	1	1	aplicação	 Alterar Objeto de Aprendizagem
33	1	0		 Alterar Objeto de Aprendizagem
34	0	0		 Alterar Objeto de Aprendizagem
35	0	0		 Alterar Objeto de Aprendizagem

Fonte: Silva (2018), adaptada.

Na figura 57, na parte superior da tela apresentada, o aluno foi classificado para o objeto de ID 30 no nível Conhecimento da taxonomia. Isso porque o mesmo interagiu com o objeto de aprendizagem e acertou a questão associada ao objeto. Para o objeto de aprendizagem de ID 31, o aluno só seria classificado caso acertasse a resposta da questão associada ao objeto e houvesse interagido e sido classificado no objeto de aprendizagem da dependência anterior. Como apresenta a figura, o aluno foi classificado no nível Compreensão para o objeto de ID 31.

Na parte inferior da tela apresentada na figura 57, temos todos os objetos do conteúdo “Leitura” sendo apresentados, percebe-se que o conteúdo possui seis objetos de aprendizagem representando cada um dos níveis da taxonomia. Isso demonstra que o aluno “capturou” todos os objetos de aprendizagem deste conteúdo, tendo sido ainda

classificado no nível Aplicação para o objeto de ID 32. Porém, para os objetos de aprendizagem de ID 33, 34 e 35 não existe a classificação, isso porque o aluno não tentou, ou acertou a atividade associada ao objeto. Lembrando que a classificação também considera a dependência dos objetos. Logo, o aluno só estaria no nível Compreensão para o conteúdo, caso tivesse sido classificado também no nível Conhecimento do mesmo conteúdo.

A ontologia auxilia no processo de classificação do aluno na ferramenta K-hunters através dos agentes AgV e AgCG (figura 47) que busca a interação do aluno com um objeto na base de dados MySQL, depois verifica a classificação do objeto, a dependência do mesmo, e por fim verifica se o aluno já foi classificado no objeto desta dependência. Tendo realizado essas verificações, o aluno é classificado no novo nível.

Observou-se que a integração da ontologia ao contexto de aprendizagem do K-hunters sob a perspectiva da taxonomia de Bloom demonstrou a utilidade da mesma para classificar objetos de aprendizagem e também do aluno. No próximo subcapítulo é apresentado o estudo de caso realizado a fim de observar a utilidade deste trabalho em um contexto real, com a utilização do sistema ao qual a ontologia foi integrada por professores pedagogos.

### 5.3 ESTUDO DE CASO

Como forma de observar a aplicabilidade da ontologia e da proposta desta pesquisa por meio da ferramenta K-hunters, a pesquisa ainda utilizou um estudo de caso para obter a opinião de pedagogos, que são potenciais usuários de ferramentas que proporcionem o contexto de aprendizagem representado pela ontologia deste trabalho.

Portanto, esta seção dedica-se a apresentar os resultados da aplicação do estudo de caso com pedagogos, sobre a versão da ferramenta K-hunters contendo o conhecimento ontológico da proposta desta pesquisa.

Como define Gil (2002), estudo de caso é a investigação de um objeto de pesquisa dentro de seu contexto real, podendo o pesquisador definir quatro fases para o desenvolvimento do estudo: a) delimitação do estudo; b) coleta de dados; c) seleção, análise e interpretação dos dados; e d) escrita do relato.

### 5.3.1 Delimitações do Estudo

Seguindo as fases citadas anteriormente, primeiramente delimitou-se o público a ser investigado e o percurso metodológico a ser seguido. Para esta fase foram convidados dez professores com formação em pedagogia para participar do estudo. Foi agendado um horário para cada professor com previsão de aplicação do estudo de aproximadamente 2h (duas horas). Os dez professores confirmaram a participação, porém na execução do estudo, dois professores estiveram impossibilitados de participar e desmarcaram a participação na pesquisa. Logo, participaram da pesquisa oito pedagogos.

Primeiramente foi apresentada a ferramenta K-hunters aos professores, e a partir de um computador os mesmos foram convidados a acessarem o site <http://les.ufersa.edu.br/khunters> onde a ferramenta estava disponível no momento da pesquisa. Também foi solicitado que os professores baixassem em seus celulares o aplicativo da ferramenta, para que simulassem a utilização como alunos. Isso para que o professor tivesse a dimensão de utilização da ferramenta sob as duas perspectivas: professor e aluno.

Os professores acessaram o site da ferramenta por meio de uma conta criada pelo pesquisador. Logados no sistema, os mesmos eram convidados a cadastrarem objetos de aprendizagem na ferramenta. Para tanto, o pesquisador organizou três pastas contendo objetos de aprendizagem no computador utilizado para a pesquisa pelos professores. Cada pasta continha objetos de aprendizagem sobre determinado conteúdo, a saber: Água, Dengue e Leitura/Escrita.

Ao cadastrar o objeto de aprendizagem no site do jogo, os professores selecionavam um objeto de aprendizagem na pasta escolhida pelos mesmos. Após o cadastro dos objetos, os professores também cadastravam uma pergunta para o objeto e cadastrava uma criança na ferramenta. Depois, a partir dos celulares, os professores realizavam o *login* no jogo, por meio da senha que criaram para o aluno cadastrado. Feito isso, os professores podiam visualizar o objeto de aprendizagem que haviam cadastrado e respondiam à questão cadastrada pelos mesmos, simulando a utilização pelas crianças.

Esse primeiro momento de aplicação do estudo de caso serviu para que os professores se ambientassem na ferramenta K-hunters. O próximo passo foi falar sobre

a proposta desta pesquisa e apresentar a taxonomia de Bloom para os mesmos, bem como as funcionalidades adicionadas à ferramenta K-hunters para a utilização da taxonomia de Bloom no cadastro dos objetos e no acompanhamento da aprendizagem do aluno.

Mais uma vez os professores foram convidados a cadastrar objetos de aprendizagem na ferramenta, porém desta vez a mesma encontrava-se no computador do pesquisador, disponibilizado aos professores no ato da pesquisa. Para este momento de utilização da ferramenta, os mesmos precisavam primeiramente planejar a trilha de aprendizado taxonômico do aluno, selecionando objetos de aprendizagem e estabelecendo objetivos educacionais para os mesmos. Esse processo era auxiliado pela ferramenta no momento de cadastro dos objetos (Figura 49). Era solicitado que os professores inserissem pelo menos três níveis da taxonomia.

Cada professor cadastrou objetos de aprendizagem, definindo comportamento e verbo que desejavam trabalhar nos objetivos educacionais. Depois, definiam a dependência entre os objetos (Figura 52) e cadastravam uma pergunta para cada um, utilizando o verbo escolhido no enunciado da pergunta.

Novamente foi necessário inserir uma criança no sistema. Posterior a isso, os professores eram convidados a gerenciar os objetos já cadastrados, conferindo a classificação taxonômica dos mesmos (Figura 53). Outrossim, eram convidados a acompanharem a aprendizagem do aluno cadastrado, o que significava verificar a classificação do mesmo quanto à taxonomia para o objeto que o aluno havia interagido (Figura 57). Vale salientar que os dados da interação entre aluno e objeto foram inseridos na base de dados MySQL manualmente, visto que o estudo de caso teve foco na utilização do gerenciamento de objetos de aprendizagem e acompanhamento da aprendizagem do aluno pelo professor.

Os professores, então, puderam observar a classificação dos objetos de aprendizagem, segundo a taxonomia de Bloom, e puderam verificar a forma como o sistema – com o conhecimento da ontologia – classificava a aprendizagem do aluno, considerando a trilha taxonômica montada pelos mesmos. A próxima fase do estudo se deu por meio da aplicação de um questionário, com duração de aproximadamente 20 minutos, para obter a opinião dos pedagogos após a utilização da ferramenta com a integração da ontologia.

### 5.3.2 Coleta e Análise dos Dados

Utilizou-se a escala de Likert<sup>12</sup> na formulação da maioria das questões do questionário (Apêndice A) para avaliar o nível de concordância, discordância ou neutralidade diante das questões. Considerou-se cinco pontos de escolha que mais se aproximassem da opinião do público pesquisado sobre as questões apresentadas. Sendo esses pontos: concordo totalmente, concordo parcialmente, não concordo nem discordo, discordo parcialmente e, discordo totalmente.

Foram elaboradas perguntas organizadas em cinco seções: informações profissionais, taxonomia de Bloom e objetos de aprendizagem, gerenciamento dos objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters, requisitos atendidos sobre os conceitos abordados na pesquisa – relacionados à ontologia –, e comentários adicionais. As seções seguintes apresentam os dados coletados, que também podem ser vistos no apêndice B deste documento.

### 5.3.3 Informações profissionais dos pedagogos

Dos pedagogos que participaram da pesquisa, quatro possuíam mestrado no momento da pesquisa, dois eram graduados, um especialista e um doutor. Cinco deles afirmaram atuar no ensino superior e três, no ensino infantil/fundamental. Além disso, três dos pedagogos estão atuando na docência entre 5 e 10 anos, os demais estão em atividade docente a mais de 10 anos.

Quando indagados sobre a utilização da taxonomia de Bloom em suas atividades de ensino, bem como dos objetos de aprendizagem, 75% afirmou não ter utilizado a taxonomia de Bloom (Gráfico 4), porém a maioria dos entrevistados já utilizaram objetos de aprendizagem para atividades de ensino (Gráfico 5).

---

<sup>12</sup> <https://www.netquest.com/blog/br/escala-likert>

Gráfico 4: Utilizou a taxonomia de Bloom

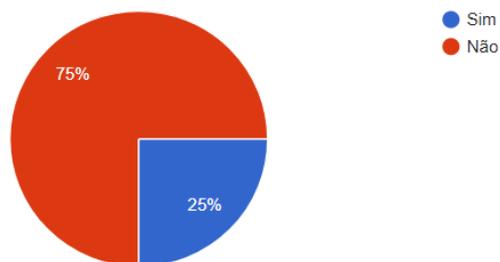


Gráfico 5: Utilizou objetos de aprendizagem

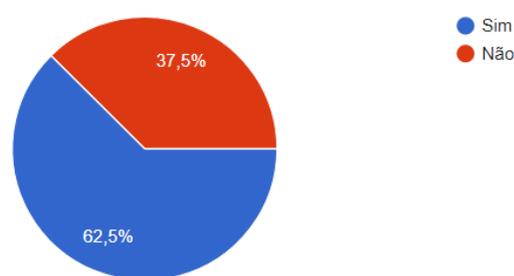


Gráfico 6: Utilizou ambiente virtual para gerenciamento de objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom

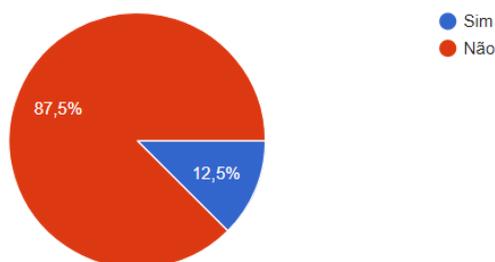
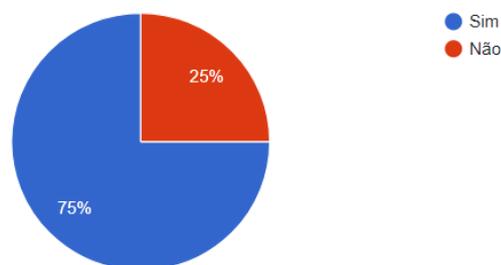


Gráfico 7: Utilizou jogos para o ensino



Com relação à utilização de jogos digitais, 75% afirmaram já ter utilizado em suas práticas pedagógicas (Gráfico 7). Isso demonstra a tendência crescente da utilização das novas tecnologias no ensino-aprendizagem. Entretanto, 87% do grupo investigado disse não ter utilizado nenhum sistema on-line de aprendizagem que possibilitasse o gerenciamento de objetos de aprendizagem conforme a taxonomia de Bloom. Nessa perspectiva um dos participantes da pesquisa deixou o seguinte comentário:

Creio que utilizar o gerenciamento de objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters articulada à taxonomia de Bloom é bastante significativo e exige do professor conhecimento sobre os componentes da prática pedagógica, especialmente da relação que deve existir entre planejamento do ensino, processo metodológico utilizado e avaliação da aprendizagem. Trabalhar com os recursos propostos pela pesquisa apresenta várias potencialidades, entretanto, para que o docente os utilize é preciso conhecê-las bem para não se correr o risco de escolher objetos de aprendizagem que não sejam coerentes com os níveis propostos pela taxonomia (Participante D).

O comentário compactua com as ideias já apresentadas por Liska e Ribeiro (2018), e Lima (2009), que defendem a utilização da taxonomia de Bloom na produção de conteúdo instrucional, podendo ser utilizada para objetos de aprendizagem, tendo em vista que os mesmos possuem o objetivo de transmitir um conteúdo didático-pedagógico.

#### **5.3.4 Taxonomia de Bloom e Objetos de Aprendizagem**

As perguntas relacionadas a esta seção (questões 8, 10, 12, e 14 do apêndice A) objetivaram perceber a concordância ou não da utilização da taxonomia de Bloom para o ensino-aprendizagem, bem como para estabelecer os objetivos educacionais para objetos de aprendizagem. Absolutamente todos os participantes concordaram totalmente com as afirmações.

Sobre tais afirmações, alguns comentários dos participantes da pesquisa são apresentados a seguir.

Auxiliam bastante, uma vez que com objetivos bem definidos fica mais fácil construir didaticamente objetos de aprendizagens (Participante C).

Concordo e reconheço que preciso estudar e compreender mais sobre o assunto, pois vejo que passar a utilizar a taxonomia junto à minha prática educativa mesmo no ensino superior poderá me auxiliar a ter mais consciência sobre o meu fazer pedagógico (Participante D).

A Taxonomia de Bloom oferece suporte para os professores construir seus objetos de aprendizagens sim, pois elencar um objetivo de aprendizagem não é uma escolha fácil, principalmente quando se trabalha com objetos de aprendizagens. São os objetivos de aprendizagem que guia pois exige um olhar atencioso das participação e registro das respostas dos estudantes em todas as etapas proposta em qualquer objeto de aprendizagem. Sendo assim, quando o trabalho com objetos de aprendizagem é guiado por uma teoria ou estrutura que auxiliem na escolha desses objetivos o trabalho do professor acontece com êxito e aprendizagem torna significativa (Participante G).

Os comentários demonstram que os pedagogos concordam e desejam utilizar a taxonomia de Bloom associada à construção de objetos de aprendizagem. Isso nos permite concluir que uma ferramenta que possibilite este gerenciamento pode ter uma aceitação positiva pelos professores. O que favorece a pertinência da problemática discutida nesta pesquisa.

Nesta mesma perspectiva, um dos participantes afirmou que “os ambientes virtuais são grandes colaboradores no processo de aprendizagem. No entanto, sem objetivos educacionais a serem alcançados, os mesmos ambientes podem perder a função educativa” (Participante B).

### 5.3.5 Gerenciamento dos objetos de aprendizagem

Essa seção de perguntas visou identificar a contribuição da ontologia para objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom, através da percepção dos utilizadores da ferramenta K-hunters.

Cinco afirmações desta seção obtiveram a concordância total dos pedagogos (questões 18, 20, 22, 24 e 26 do apêndice A). As afirmações relacionadas à definição do comportamento e verbo para os objetos de aprendizagem foi comentada por um participante da pesquisa que disse que “essa ação é uma das mais importantes! Pois, é a partir da escolha do comportamento que os conteúdos são classificados. Essa escolha e articulação facilita na hora de avaliar o aluno dentro do objetivo proposto inicialmente” (Participante B).

Outro participante comentou a afirmação relacionada à utilização do verbo nos questionários dizendo que “essa vinculação ajuda a não perder o objetivo de vista e a alcançar o que a atividade propõe” (Participante D). Silva (2009) sugere também que os verbos da taxonomia sejam utilizados na construção das atividades de avaliação. Na ferramenta K-hunters o verbo pode ser utilizado no momento de inserção de uma questão para o objeto de aprendizagem (Figura 54). Todos os participantes também consideraram que a classificação dos objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia auxiliou na construção das questões de avaliação na ferramenta.

Relacionado à afirmativa sobre a definição de dependência dos objetos de aprendizagem, todos concordaram totalmente com esta funcionalidade. Um dos participantes comentou a afirmação a partir da seguinte reflexão:

Sim. Essa dependência se torna um desafio para o aluno, pois para avançar de nível ele precisa ter conquistado ou conseguido o nível anterior. Assim, concordo totalmente que se crie dependência a fim de que a atividade não seja simples. É importante ressaltar que qualquer atividade ou novo nível que o aluno precisa chegar, os conhecimentos anteriores devem ser considerados, válidos e aprendidos efetivamente. Por isso que é necessário e importante essa

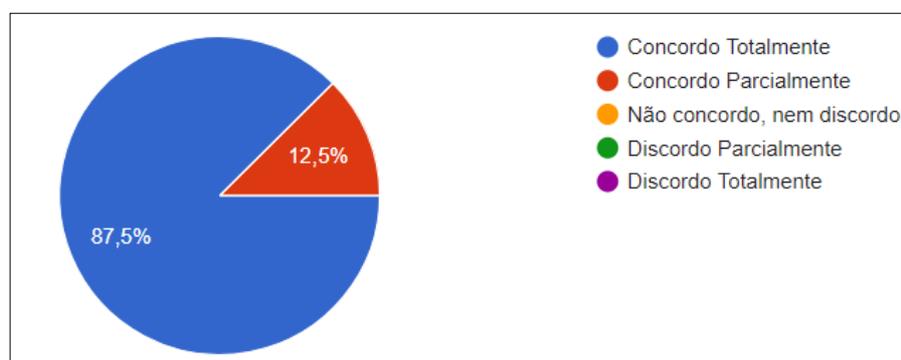
dependência, basta o professor saber escolher conforme a realidade intelectual do discente (Participante E).

Estabelecer a dependência do objeto de aprendizagem é uma funcionalidade importante para a ontologia deste trabalho, pois através da dependência a hierarquia é construída, o que permite que o aprendizado progressivo do aluno possa ser também analisado. No ato de selecionar e estabelecer a dependência, o professor pode reutilizar um objeto de aprendizagem já cadastrado no sistema, e para a afirmação relacionada à reutilização dos objetos de aprendizagem, todos concordaram totalmente.

Outras duas afirmações desta seção apresentaram opiniões distintas, embora para o nível de concordância total e parcial. Para a afirmação relacionada a inserção do conteúdo antes da criação dos objetos de aprendizagem (questão 16 do apêndice A), um professor concordou parcialmente e afirmou: “acredito que a escolha e essa inserção tem que estar completamente articulada ao que se deseja” (Participante D). A inserção desta funcionalidade na ferramenta, e da necessidade de um valor único na ontologia para o conteúdo do objeto de aprendizagem, foi para permitir o acompanhamento da aprendizagem do aluno sobre um determinado conteúdo. Ainda assim o nível de concordância para a afirmação sobre a utilização de conteúdo foi considerada positiva, visto que não houve discordância.

Para a afirmação relacionada à classificação do aluno através do objeto de aprendizagem (questão 28 do apêndice A), apenas 12,5% da amostra, que corresponde a um pedagogo, concordou parcialmente como demonstra o gráfico 8.

Gráfico 8: Classificação do aluno através da utilização do Objeto de aprendizagem.



O sistema classifica o aluno na taxonomia, através da ontologia, considerando o objeto de aprendizagem utilizado pelo mesmo, bem como, se este objeto de

aprendizagem possui alguma dependência. Portanto, o aluno será classificado na taxonomia se utilizou objetos de aprendizagem segundo a trilha de dependência criada pelo professor.

### **5.3.6 Requisitos atendidos**

Foram feitas quatro afirmações para esta seção do questionário para investigar se os requisitos da ontologia foram atingidos. Considerou-se também as questões de competência.

Com relação à correta classificação dos objetos de aprendizagem e da possibilidade de estabelecer a dependência entre eles (questões 30 e 32 do apêndice A), todos os participantes concordaram totalmente. Já com relação às afirmações sobre a reutilização dos objetos de aprendizagem e da classificação do aluno (questões 34 e 36 do apêndice A), obteve-se para ambas afirmações 87,5% de concordância total e 12,5% de concordância parcial, esta última porcentagem corresponde a um participante.

A forma como a reutilização do objeto de aprendizagem no sistema possibilita apenas que o professor utilize novamente um objeto de aprendizagem já cadastrado, todavia para a ontologia deste trabalho, os dados são apenas atualizados no momento de estabelecer as dependências. Alterações na forma de reutilizar os objetos podem ser feitas no sistema sem a necessidade de alterar a ontologia.

“A forma como o aluno aprende pode ter variações. É difícil classificar a partir de uma atividade, apenas” (Participante E). Esta afirmação foi um comentário deixado por um participante com relação à afirmação sobre a classificação do aluno segundo a taxonomia no K-hunters. De fato, o processo de aprendizagem exige um esforço maior e o acompanhamento pedagógico de professores, todavia a ferramenta e a ontologia deste trabalho são recursos que podem auxiliar neste processo, auxiliando no planejamento das atividades, classificação dos objetivos educacionais e acompanhamento da trilha de aprendizagem do aluno.

### **5.3.7 Comentários e Sugestões**

Foi solicitado aos professores que deixassem contribuições ou comentários sobre a pesquisa como um todo. Dentre os pesquisadores, 75% deixaram um comentário adicional sobre a pesquisa.

Alguns comentários estiveram relacionados à contribuição da taxonomia de Bloom para o processo de aprendizagem, como disse um dos participantes: “Muito interessante e proveitoso o conhecimento que a Taxonomia de Bloom agrega e pode agregar ao ensino e a aprendizagem” (Participante C).

Conforme o pensamento expresso na citação anterior, ainda que a ferramenta integrada ao conhecimento ontológico do artefato deste trabalho possibilite a classificação dos objetos e do aluno, é necessário que os professores que a utilizem conheçam a taxonomia, pois são uma parte importante do processo de aprendizagem que envolve o contexto apresentado, tendo em vista que produzem o material didático e avaliativo para o aluno. E corroborando com este pensamento o participante G deixou o comentário apresentado a seguir.

A ferramenta auxilia no processo e oferece condições para haja um acompanhamento das aprendizagens dos alunos. A escolha dos objetos de aprendizagens deve estar associada à Taxonomia de Bloom a fim de que o trabalho docente tenha êxito e os discentes consigam avançar ainda mais em suas aprendizagens. Vale salientar que é possível ter um acompanhamento do alunos, vislumbrando novos desafios por meio de novos objetos de aprendizagem ou perguntas reflexivas reutilizando os mesmos. A experiência na pesquisa me motivou a trabalhar com objetos de aprendizagem seguindo a Taxonomia de Bloom. Essa articulação faz-se necessário para que o trabalho seja bem direcionado! Vou usar a ferramenta em minha prática, pois uma ferramenta possível de ser trabalhada dentro da perspectiva apresentada.

Como sugestão para trabalhos futuros, o participante A sugeriu que fosse apresentada uma tela de classificação geral de uma turma, para indicar tendências do grupo e também dificuldades em relação a um objeto de aprendizagem específico. Essa funcionalidade pode ser acrescida às ferramentas que utilizem a ontologia deste trabalho, por exemplo, através de uma ontologia de aplicação que armazene os dados para esta estatística geral.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo desenvolver uma ontologia para objetos de aprendizagem e taxonomia de Bloom. Com a finalidade de auxiliar na dinâmica da aprendizagem em ambientes virtuais a partir da classificação correta dos objetos de aprendizagem, considerando seus objetivos educacionais, e possibilitar o acompanhamento do desenvolvimento cognitivo do aluno a partir de sua classificação na taxonomia de Bloom.

A Revisão Sistemática da Literatura permitiu ampliar o conhecimento sobre o desenvolvimento de ontologias – ferramentas, técnicas e linguagens –, além de retornar trabalhos relevantes para o contexto desta pesquisa. Nos próximos tópicos serão apresentadas conclusões sobre este trabalho a partir do sumário de pesquisa (6.1), que apresenta os objetivos alcançados de maneira sintetizada, além das contribuições (6.2) deste trabalho para as áreas contempladas na pesquisa, e por fim as limitações (6.3) e trabalhos futuros (6.4).

### 6.1 SUMÁRIO DE PESQUISA

Tendo em vista alcançar os objetivos desta pesquisa algumas questões foram levantadas para serem respondidas no decorrer do trabalho. Os estudos primários auxiliaram a responder algumas das questões de pesquisa. Com relação à questão de pesquisa QSP1:

**QSP1** – Quais são as propriedades necessárias para a classificação correta dos objetos de aprendizagem na taxonomia de Bloom?

As propriedades necessárias para classificar os objetos de aprendizagem foram os verbos dos objetivos educacionais, além do comportamento, conforme sugeriu Lima (2009) através das ferramentas Mapa de Conteúdo e Mapa de Dependência. Inclusive, foi a partir do trabalho do referido autor que se respondeu-se à questão de pesquisa QSP2:

**QSP2** – Como estabelecer a dependência entre os objetos respeitando a hierarquia da taxonomia?

Para estabelecer a dependência entre os objetos de aprendizagem utilizou-se a representação do Mapa de Dependência. Nesta perspectiva definiu-se que cada objeto

de aprendizagem possuía uma dependência com outro objeto de aprendizagem. Para estabelecer esta dependência, todavia, considerou-se ainda os níveis hierárquicos da taxonomia de Bloom. Logo, apenas objetos de aprendizagem do nível um não possuíam dependência.

A respeito da questão de pesquisa QSP3:

**QSP3** – Como classificar a aprendizagem cognitiva gradativa do aluno para determinado conteúdo a partir da sua interação com os objetos de aprendizagem?

Por meio da atribuição do nível do objeto de aprendizagem, através da representação do Mapa de Dependência, e da relação entre o aluno e o objeto de aprendizagem, que foi possível atribuir o nível do domínio cognitivo a qual o aluno pertencia para dado conteúdo. Outrossim, era verificado a aprendizagem gradativa do aluno sobre dado conteúdo, da seguinte forma: verificou-se primeiro o nível do objeto de aprendizagem, depois a relação entre o aluno e este objeto, por fim, verificava-se a dependência do objeto e se o aluno havia interagido com o objeto da dependência também, então assim o aluno era classificado ou não em um dos níveis da taxonomia para determinado conteúdo.

A questão QSP4 foi respondida a partir da integração da ontologia deste trabalho ao ambiente de aprendizagem K-hunters.

**QSP4** – Como avaliar a efetividade da ontologia para ambientes virtuais de aprendizagem na perspectiva da taxonomia de Bloom?

Observou-se a partir do contexto de aplicação da ontologia na ferramenta K-hunters que a mesma se mostrou útil ao contexto proposto, auxiliando na classificação dos objetos de aprendizagem e no acompanhamento da aprendizagem do aluno.

Desta forma, relacionada à questão geral de pesquisa que foi:

**QGP** - Como uma ontologia para classificar objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom e ainda possibilitar a classificação do aluno que os utiliza pode ser estruturada?

Utilizou-se o conceito de Mapa de Conteúdo e, principalmente, do Mapa de Dependência para classificar os objetos de aprendizagem. Classificando os objetos de aprendizagem em níveis pôde-se então classificar indivíduos que se relacionavam com os objetos classificados, em um nível da taxonomia de Bloom.

Nestas perspectivas a ontologia de domínio deste trabalho pôde ser concebida atendendo também aos objetivos específicos desta pesquisa.

Foi possível associar a ontologia de domínio ao ambiente virtual K-hunters, possibilitando avaliar a utilidade da mesma em um contexto real de aplicação. Esse momento permitiu realizar verificações na ontologia desenvolvida, observando o comportamento da mesma através desses dados reais. E, assim como no ambiente de desenvolvimento da ontologia e do motor de inferência da ferramenta *Protégé*, além do jogo K-hunters, foi possível concluir que a ontologia deste trabalho é consistente, correta e completa para o domínio de aplicação a que foi desenvolvida.

Ainda, através do estudo de caso, foi possível verificar o potencial de aplicação da ontologia e sua contribuição para sistemas que utilizem objetos de aprendizagem na promoção da aprendizagem. Os dados do estudo de caso demonstraram a aceitação positiva da proposta do artefato produzido nesta pesquisa. Percebeu-se que a ontologia desenvolvida neste trabalho pode contribuir para a aprendizagem em ambientes virtuais, no que diz respeito a classificação dos objetos de aprendizagem e do aluno em um dos níveis cognitivos da taxonomia de Bloom.

## 6.2 CONTRIBUIÇÕES

A ontologia desenvolvida neste trabalho tem a finalidade de auxiliar o processo de aprendizagem em ambientes virtuais, a partir da classificação dos objetos de aprendizagem e no acompanhamento da aprendizagem do aluno que utiliza determinado objeto.

Como domínio, a ontologia traz a representação dos objetivos educacionais da taxonomia de Bloom. E agrupa os objetos de aprendizagem obedecendo a hierarquia desta taxonomia para o domínio cognitivo, considerando a dependência entre os objetos de aprendizagem.

A partir desta classificação, a aprendizagem do aluno pode ser acompanhada sob a perspectiva da taxonomia de Bloom, pois ao utilizar um objeto de aprendizagem de um determinado nível da taxonomia, o aluno interage com o objetivo educacional e é estimulado a alcançar este objetivo por meio do objeto de aprendizagem. A ontologia considera esta interação e permite classificar o aluno em um nível da taxonomia, verificando a trilha de aprendizagem sobre um determinado conteúdo que apresenta objetos de aprendizagem classificados em um nível da taxonomia.

A partir da integração da ontologia deste trabalho à ferramenta K-hunters, ficou

evidenciado o potencial de aplicação da mesma. Tendo em vista que a ontologia classificou de maneira correta os objetos de aprendizagem e permitiu o acompanhamento da aprendizagem do aluno, considerando a taxonomia de Bloom, no ambiente virtual do jogo.

Também, através do estudo de caso realizado, observou-se primeiramente a aceitação da proposta deste trabalho, no que se refere a utilização de objetos de aprendizagem considerando seus objetivos educacionais. Os pedagogos demonstraram aceitação favorável à proposta, considerando as respostas positivas dos mesmos ao questionário aplicado.

Considera-se assim, que a ontologia desenvolvida nesta pesquisa pode auxiliar no contexto de educação virtual, em ambientes que utilizem objetos de aprendizagem e tragam como premissa o desenvolvimento cognitivo do aluno, considerando a taxonomia de Bloom.

### 6.3 LIMITAÇÕES

A ontologia classifica os objetos de aprendizagem a partir de suas propriedades, logo, a forma como os objetos são armazenados pode não oferecer os dados necessários a esta classificação. Sistemas que utilizem esta ontologia precisam garantir a entrada correta dos dados. Também, a classificação do aluno dependerá da forma como a interação do usuário com os objetos de aprendizagem é armazenada, pois a ontologia classifica uma instância do tipo usuário em um nível da taxonomia identificando a relação entre essa instância e uma instância que representa o objeto de aprendizagem.

Outra vertente importante de ser esclarecida é que os conceitos da taxonomia de Bloom precisam ser conhecidos por quem utiliza. Isso porque a eficácia da utilização de um sistema que utilize a ontologia deste trabalho, no âmbito educacional, depende também do conhecimento do docente sobre a taxonomia de Bloom.

### 6.4 TRABALHOS FUTUROS

Como mencionado no decorrer desta pesquisa, a taxonomia de Bloom possui além do domínio cognitivo, o domínio afetivo e o domínio psicomotor. O domínio

afetivo diz respeito às questões afetivas, e assim como no domínio cognitivo apresenta verbos que enfatizam o grau de aceitação ou rejeição sobre algum novo conteúdo. Tais objetivos são expressos como interesses, atitudes ou valores. Já o domínio psicomotor envolve o aprendizado e avaliação de habilidades psicomotoras. Como propostas futuras a esta, sugere-se a dedicação em representar estes dois domínios atrelados também ao domínio cognitivo. Por exemplo, para o domínio afetivo pode-se verificar, a partir do objetivo educacional do objeto de aprendizagem, a reação do aluno sobre a atividade desenvolvida.

Outra forma de dar continuidade a esta pesquisa é a partir da utilização da taxonomia de Bloom atualizada na representação ontológica. Para esta, além dos domínios já apresentados, a mesma oferece três dimensões para cada nível: efetivo, conceitual, procedural e metacognitivo.

Ainda com relação a esta pesquisa deseja-se expandir a aplicação da ontologia, utilizando uma ontologia de tarefa para armazenar os metadados gerados na ontologia de domínio. Isso visando oferecer um *feedback* geral do desempenho dos alunos, armazenar a quantidade de acertos sobre um determinado objeto de aprendizagem e verificar o nível que apresentou mais dificuldade pelos alunos. Uma ontologia de tarefa associada a de domínio possibilitará a obtenção de dados estatísticos sobre a interação dos usuários num sistema que utilize a semântica dessas ontologias.

## REFERÊNCIAS

- ABDELLAOUI, Houssein et al. Ontology based description of an accessible learning object. Fourth International Conference On Information And Communication Technology And Accessibility (icta), [s.l.], p.1-5, out. 2013. IEEE.
- AUDINO, D. F. Objetos de aprendizagem hipermídia aplicado à cartografia escolar no sexto ano do ensino fundamental em geografia. Florianópolis: UFSC, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/99501>>. Acesso em: mar. 2018.
- ALVES, R. C. V. Web Semântica: uma análise focada no uso de metadados. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2005.
- APACHE. “Fuseki: serving RDF data over HTTP”. Disponível em: Acesso em Setembro de 2017.
- Bajenaru, L., Borozan, A. M., and Smeureanu, I. (2015). Using Ontologies for the E-learning System in Healthcare Human Resources Management. *Informatica Economica*, 19(2), 15-24.
- BLOOM, B. S. et al. Taxonomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo. Porto Alegre: Globo. 1977.
- BOTELHO, Rodrigo Pereira; PIRES, Daniel Facciolo. Uso de ontologias para a representação semântica de objetos de aprendizagem. Companion Proceedings Of The Xiv Brazilian Symposium On Multimedia And The Web - Webmedia '08, [s.l.], p.1-3, 2008. ACM
- Berners-Lee, T., James H., and Ora L. The semantic web. *Scientific american* 284, no. 5, 2001.
- BORST, W. Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse. PhD thesis, University of Twente. P.O. Box 217 - 7500 AE Enschede - The Netherlands. 1997.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. 2ª versão revista. Brasília: MEC, abr. 2016. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> . Acesso em: mar. 2018.
- COSTA, R. D., LIMA, R. W., SILVA, T. R., AND FERNANDES, D. K.. Classificação cognitiva das atividades avaliativas utilizadas nos ambientes virtuais de aprendizagem com base na taxonomia de Bloom. *Revista de Informática Aplicada*, 10(1), 2014.
- COSTA, C. P. V; LUZ, M. H. B. A. Digital learning object for diagnostic reasoning in nursing applied to the integumentary system. *Revista gaucha de enfermagem*, v. 36, n. 4, p. 55-62, 2015.

- DA SILVA, T. R., ET ALL (2012). “OBA-MC: um modelo de Objeto de Aprendizagem centrado nos processos de ensino e aprendizagem utilizando o padrão SCORM.” In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 23, No. 1).
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. SCIELO, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000200015). Acesso em: Março 2018.
- DE SOUZA, R. C.; NETO, F. M. M (2015). Construção de um Repositório de Recursos Educacionais Abertos Baseado em Serviços Web para Apoiar Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *RENOTE*, v. 12, n. 2.
- GUARINO, N. Understanding, building and using ontologies. *International Journal of Human and Computer Studies*, v. 45(2/3), 1997.
- GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, p. 44-45, 2002.
- GÓMEZ-PÉREZ, A. et al. *Ontologic Engineering: with examples from the areas of knowledge management, ecommerce and the semantic web*. London: Springer-Verlag, 2004.
- GRUBER, T. R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*. [S.l.], p. v. 5, n.2, p. 199-221. 1993
- HEVNER, A. R., MARCH, S. T., PARK, J., RAM, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, vol. 28, n. 1, pp. 75-105.
- HINZ, V. T. Algoritmos para Interoperabilidade entre Ontologias. Universidade Católica de Pelotas. Programa de Pós-Graduação em Informática. Pelotas, p. 90. 2008.
- HORRIDGE, M. E. A. A Pratical Guide to Building Owl Ontologies Using the Protege-Owl Plugin And Co-Ode Tools, 2004. Disponível em: <[http://mowl-power.cs.man.ac.uk/protegeowltutorial/resources/ProtegeOWLTutorialP4\\_v1\\_3.pdf](http://mowl-power.cs.man.ac.uk/protegeowltutorial/resources/ProtegeOWLTutorialP4_v1_3.pdf)>. Acesso em: abr. 2017.
- IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata (IEEE 1484.12.1-2002). Disponível em: [https://biblio.educa.ch/sites/default/files/20130328/lom\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_final\\_draft\\_0.pdf](https://biblio.educa.ch/sites/default/files/20130328/lom_1484_12_1_v1_final_draft_0.pdf) Acesso em: 18 abr. 2017.
- ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. B. *Dados Abertos Conectados*. [S.l.]: Novatec, 2015
- JEBALI, Baraa; FARHAT, Ramzi. Ontology-based semantic metadata extraction approach. 2013 International Conference On Electrical Engineering And Software Applications, [s.l.], p.1-5, mar. 2013. IEEE.

KALOGERAKI, Eleni-maria et al. Ontology-based model for learning object metadata. 2016 7th International Conference On Information, Intelligence, Systems & Applications (iisa), [s.l.], p.1-6, jul. 2016. IEEE.

KARPOVA, Maria; SHMELEV, Vadim; DUKHANOV, Alexey. An automation of the course design with use of learning objects with evaluation based on the Bloom taxonomy. 2015 9th International Conference On Application Of Information And Communication Technologies (aict), [s.l.], p.138-142, out. 2015. IEEE.

KITCHENHAM. B. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews. In Software Engineering, version 2.3. Technical Report EBSE. Software Engineering Group. School of Computer Science and Mathematics Keele University. 2007.

KURILOVAS, E., KUBILINSKIENE, S., AND DAGIENE, V. Web 3.0–Based personalisation of learning objects in virtual learning environments. *Computers in Human Behavior*, 30, 654-662. 2014.

KÜCK, G. "Tim Berners-Lee's Semantic Web." *South African Journal of Information Management* 6, no. 1. 2004.

LIMA, R. W. Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências: ferramentas pedagógicas para uma metodologia de planejamento baseada em objetivos educacionais e sua implementação em um ambiente virtual de aprendizagem. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

LISKA, G. J. R; RIBEIRO, L. M. O. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a sua articulação com a legislação para a formação inicial do professor de língua portuguesa. *Trem de Letras*, v. 3, n. 1, p. 81-108, 2018.

MENOLLI, Andre Luis Andrade; REINEHR, Sheila; MALUCELLI, Andreia. Ontology for organizational learning objects based on LOM standard. 2012 Xxxviii Conferencia Latinoamericana En Informatica (clei), [s.l.], p.1-10, out. 2012. IEEE.

MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens. Universidade Federal de Goiás, 2007.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, 2001.

OUF, S. ET ALL. A proposed paradigm for smart learning environment based on semantic web. *Computers in Human Behavior*. 2016.

PAIVA, V. M. O. Ambientes Virtuais de Aprendizagem: implicações epistemológicas. *Educação em Revista*. Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 353-370, 2010.

PARAMARTHA, A. A. Gede Yudhi; SANTOSO, Harry Budi; HASIBUAN, Zainal A.. Ontology-based Learning Object Searching Technique with Granular Feature

Extraction. Proceedings Of The 16th International Conference On Information Integration And Web-based Applications & Services - Iiwas '14, [s.l.], p.1-6, 2014. ACM Press.

PROTEGE. Stanford University School of Medicine, 2017. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/>. Acesso em: Maio 2018.

PUUSTJÄRVI, Juha; PUUSTJÄRVI, Leena. The Problem of Searching Interdisciplinary Learning Objects. Proceedings Of The 16th International Conference On Information Integration And Web-based Applications & Services - Iiwas '14, [s.l.], p.277-282, 2014. ACM Press.

QUEIROZ, Paulo Gabriel Gadelha; BRAGA, Rosana Teresinha Vaccare. Development of Critical Embedded Systems Using Model-Driven and Product Lines Techniques: A Systematic Review. 2014 Eighth Brazilian Symposium On Software Components, Architectures And Reuse, [s.l.], p.74-83, set. 2014. IEEE.

RAJU, Pathmeswaran; AHMED, Vian. Enabling technologies for developing next-generation learning object repository for construction. Automation In Construction, [s.l.], v. 22, p.247-257, mar. 2012. Elsevier BV.

RAUTENBERG, S. Processo de desenvolvimento de ontologias: uma proposta e uma ferramenta. *Revista Tecnologia*, 30(1), 133-144. 2016.

RODRIGUES, L. M. B. C.; CAPELLINI, V. L. M. F. Educação a Distância e formação continuada do professor. *Revista brasileira de educação especial*. vol.18, n.4, pp.615-628. 2012.

SATHIYAMURTHY, K.; GEETHA, T. V.; SENTHILVELAN, M. An approach towards dynamic assembling of learning objects. In: Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics. ACM, 2012. p. 1193-1198.

SHMELEV, Vadim; KARPOVA, Maria; DUKHANOV, Alexey. An Approach of Learning Path Sequencing Based on Revised Bloom's Taxonomy and Domain Ontologies with the Use of Genetic Algorithms. *Procedia Computer Science*, [s.l.], v. 66, p.711-719, 2015. Elsevier BV

SILVA, T. R., LIMA, R. W., COSTA, R. D., MARQUES, C. K. DE M. Uma proposta de padronização de Objetos de Aprendizagem com base em Objetivos Educacionais. In *Escola Potiguar de Computação e suas Aplicações – EPOCA*, Natal – RN. 2011.

SILVA, S. D. Knowledgemon Hunters: Um Jogo Sério com Geolocalização para Apoiar a Aprendizagem de Crianças com Autismo e Dificuldades de Aprendizado. 143 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação) Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.

SILVA, M. G. P. Proposta de uma Ontologia para o Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem. 202 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação)

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017.

SOUZA, R. R., ALVARENGA, L. A Web Semântica e suas contribuições para a ciência da informação. *Ciência da Informação, Brasília*, 33(1), 132-141. 2004.

ROCHA, S. M. P. T. Integrando O Mapa de Conteúdos e o Mapa de Dependências a Taxonomia Revisada de Bloom. 63 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação) Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.

WILEY, D. Learning Object Design and Sequencing Theory. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculty of Brigham Young University. Brigham, p. 142. 2001.

World Wide Web Consortium “SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML” Website. Disponível em: <<https://www.w3.org/Submission/SWRL/>>. Acesso em: jun. 2017.

VIERIA, R., ET ALL. Web semântica: ontologias, lógica de descrição e inferências. In: *Cesar Teixeira; Eduardo Barrere; Iran Abraão. (Org.). Web e Multimidia: Desafios e Soluções*. 1ed. Porto Alegre: SBC, v. 1, p. 127-167. 2005.

## **APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO**

## Survey sobre o gerenciamento de objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters e o acompanhamento da aprendizagem do aluno.

Esta investigação diz respeito a dissertação para o Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação UERN/UFERSA. Todas as informações deste Survey serão utilizadas para a análise da ontologia desenvolvida e integrada à ferramenta K-hunters. Para algumas questões utilizamos a escala de Likert, um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários e em pesquisas de opinião. Ao responderem a este questionário, baseado nesta escala, gostaria de saber seu nível de concordância com as afirmações acerca do gerenciamento de objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters e o acompanhamento da aprendizagem do aluno.

Agradeço a sua contribuição nesta pesquisa.

Pablo Roberto

\*Obrigatório

### Informações profissionais

#### 1. Informe a sua formação. Considere o título mais elevado. \*

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

#### 2. Atuação profissional atual \*

Marcar tudo o que for aplicável.

- Professor(a) do ensino Fundamental/Infantil
- Professor(a) do ensino Superior
- Outra

#### 3. Quantidade de tempo que atua no ensino como professor(a) \*

Marcar apenas uma oval.

- Entre 5 e 10 anos
- Entre 10 e 15 nos
- Entre 15 e 20 anos
- Mais de 20 anos

#### 4. Já utilizou a Taxonomia de Bloom para alguma atividade envolvendo ensino e/ou aprendizagem? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

5. Já utilizou Objetos de Aprendizagem para alguma atividade envolvendo ensino e/ou aprendizagem? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

6. Já utilizou Jogos para alguma atividade envolvendo ensino e/ou aprendizagem? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

7. Já utilizou algum ambiente virtual (ou jogo digital) que permitisse o gerenciamento de objetos de aprendizagem considerando a Taxonomia de Bloom para acompanhamento da aprendizagem do aluno? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

## Taxonomia de Bloom e Objetos de Aprendizagem

8. Os objetivos educacionais (através dos comportamentos e verbos) apresentados pela Taxonomia de Bloom, auxiliam na construção didática dos objetos de aprendizagem. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente  
 Concordo Parcialmente  
 Não concordo, nem discordo  
 Discordo Parcialmente  
 Discordo Totalmente

9. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---



---



---



---



---

10. A Taxonomia de Bloom auxilia a produção do conteúdo didático, além de possibilitar um melhor acompanhamento da aprendizagem do aluno. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente  
 Concordo Parcialmente  
 Não concordo, nem discordo  
 Discordo Parcialmente  
 Discordo Totalmente

11. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

12. Os objetos de aprendizagem são recursos didáticos muito importantes para a aprendizagem em ambientes virtuais. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

13. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

14. É importante que se estabeleça objetivos educacionais (Taxonomia de Bloom) na produção de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

15. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

**Gerenciamento dos objetos de aprendizagem na Ferramenta K-hunters**

16. A forma como foram inseridos os objetos de aprendizagem, considerando o conteúdo, permitiu uma melhor organização dos mesmos. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente  
 Concordo Parcialmente  
 Não concordo, nem discordo  
 Discordo Parcialmente  
 Discordo Totalmente

17. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

18. Inserir um comportamento e um verbo para cada objeto de aprendizagem, no momento de sua criação, possibilitou um melhor gerenciamento dos objetivos educacionais e a classificação do conteúdo do objeto de aprendizagem. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente  
 Concordo Parcialmente  
 Não concordo, nem discordo  
 Discordo Parcialmente  
 Discordo Totalmente

19. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

20. A classificação dos objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom, auxiliou na produção das questões de avaliação, através da utilização do verbo e comportamento daquele objeto. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente  
 Concordo Parcialmente  
 Não concordo, nem discordo  
 Discordo Parcialmente  
 Discordo Totalmente

21. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

22. A classificação dos objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom, auxiliou na produção das questões de avaliação, através da utilização do verbo daquele nível. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

23. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

24. Estabelecer a dependência entre os objetos de aprendizagem permitiu estabelecer uma hierarquia entre eles. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

25. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

26. Foi possível reutilizar um objeto de aprendizagem já cadastrado, para um conteúdo afim. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

27. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

28. A classificação dos objetos de aprendizagem auxiliou o acompanhamento da aprendizagem do aluno. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

29. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

## Requisitos atendidos

30. Os objetos de aprendizagem foram classificados de maneira correta, conforme a taxonomia de Bloom. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

31. **Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.**

---

---

---

---

---

32. **Foi possível estabelecer a dependência entre os objetos de aprendizagem. \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

33. **Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.**

---

---

---

---

---

34. **Foi possível reutilizar um objeto de aprendizagem. \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

35. **Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.**

---

---

---

---

---

36. Foi possível classificar a aprendizagem do aluno em um dos níveis da taxonomia de Bloom, considerando a utilização de um objeto de aprendizagem. \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

37. Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

---

---

---

---

---

### Comentários e sugestões

38. Caso deseje, deixe um comentário.

---

---

---

---

---

## **APÊNDICE B: ANÁLISE DE DADOS DO QUESTIONÁRIO**

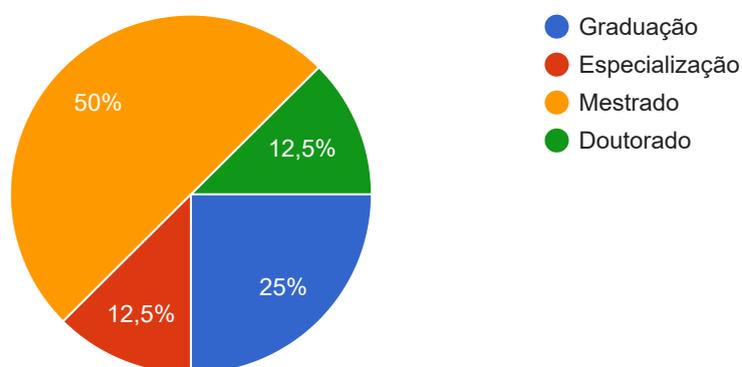
# Survey sobre o gerenciamento de objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters e o acompanhamento da aprendizagem do aluno.

8 respostas

## Informações profissionais

Informe a sua formação. Considere o título mais elevado.

8 respostas



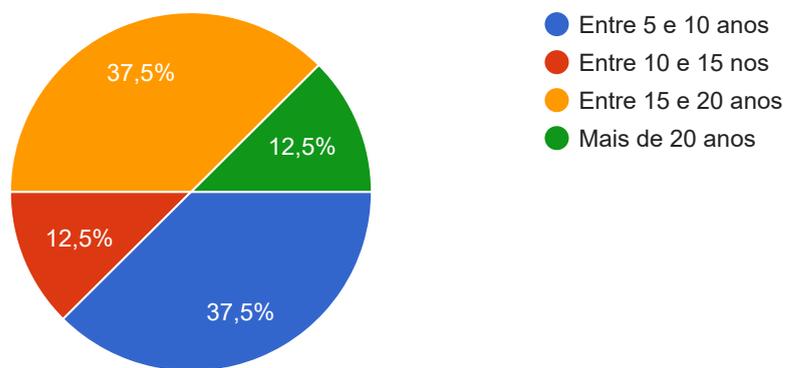
## Atuação profissional atual

8 respostas



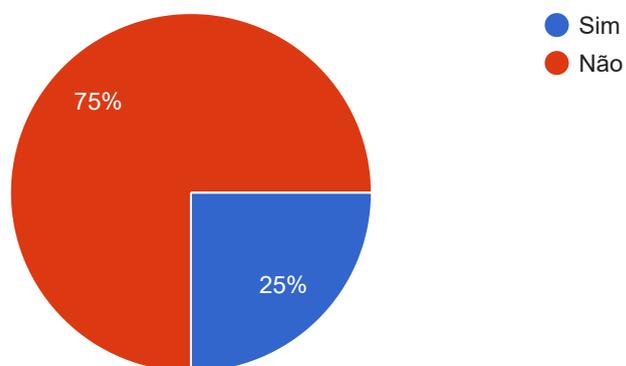
## Quantidade de tempo que atua no ensino como professor(a)

8 respostas



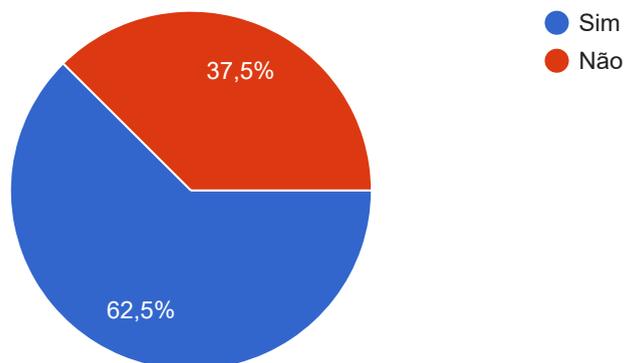
## Já utilizou a Taxonomia de Bloom para alguma atividade envolvendo ensino e/ou aprendizagem?

8 respostas



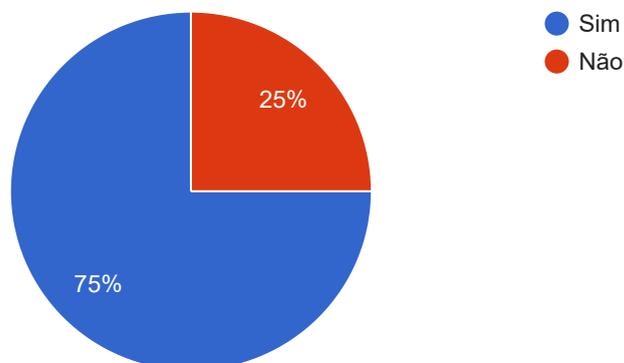
Já utilizou Objetos de Aprendizagem para alguma atividade envolvendo ensino e/ou aprendizagem?

8 respostas



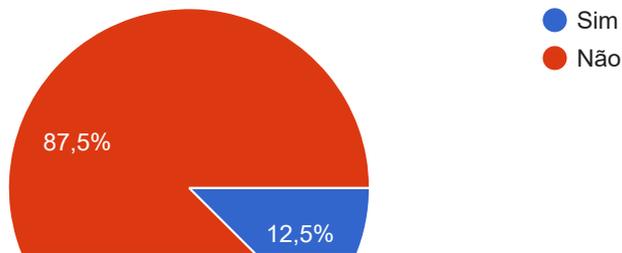
Já utilizou Jogos para alguma atividade envolvendo ensino e/ou aprendizagem?

8 respostas



Já utilizou algum ambiente virtual (ou jogo digital) que permitisse o gerenciamento de objetos de aprendizagem considerando a Taxonomia de Bloom para acompanhamento da aprendizagem do aluno?

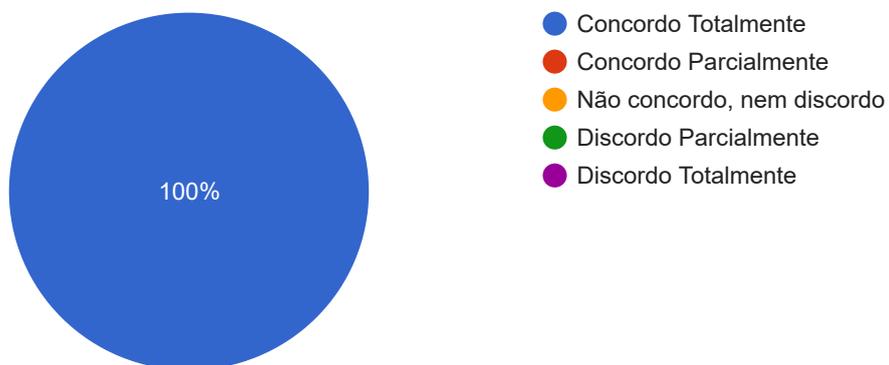
8 respostas



## Taxonomia de Bloom e Objetos de Aprendizagem

Os objetivos educacionais (através dos comportamentos e verbos) apresentados pela Taxonomia de Bloom, auxiliam na construção didática dos objetos de aprendizagem.

8 respostas



Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

4 respostas

A ligação entre as habilidades exigidas para alcançar objetivos determinados, colaboram diretamente com a construção do conhecimento, de forma organizada.

Auxiliam bastante, uma vez que com objetivos bem definidos fica mais fácil construir didaticamente objetos de aprendizagens.

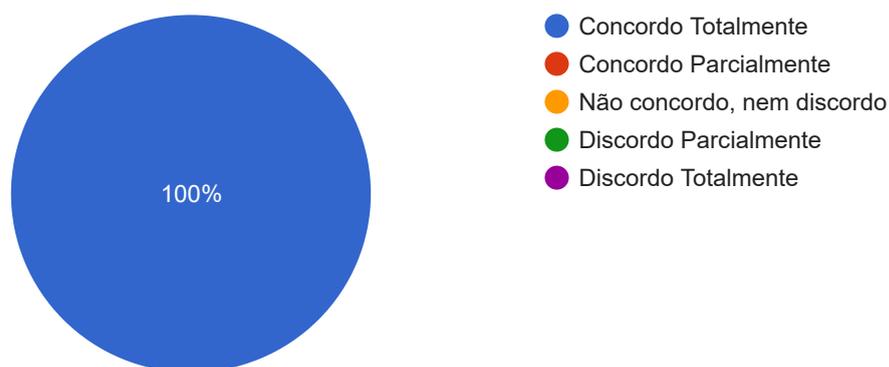
Concordo e reconheço que preciso estudar e compreender mais sobre o assunto, pois vejo que passar a utilizar a taxonomia junto à minha prática educativa mesmo no ensino superior poderá me auxiliar a ter

mais consciência sobre o meu fazer pedagógico.

A Taxonomia de Bloom oferece suporte para os professores construir seus objetos de aprendizagens sim, pois elencar um objetivo de aprendizagem não é uma escolha fácil, principalmente quando se trabalha com objetos de aprendizagens. São os objetivos de aprendizagem que guia pois exige um olhar atencioso das participação e registro das respostas dos estudantes em todas as etapas proposta em qualquer objeto de aprendizagem. Sendo assim, quanto o trabalho com objetos de aprendizagem é guiado por um teoria ou estrutura que auxiliem na escolha desses objetivos o trabalho do professor acontece com êxito e aprendizagem torna significativa.

## A Taxonomia de Bloom auxilia a produção do conteúdo didático, além de possibilitar um melhor acompanhamento da aprendizagem do aluno.

8 respostas



## Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

3 respostas

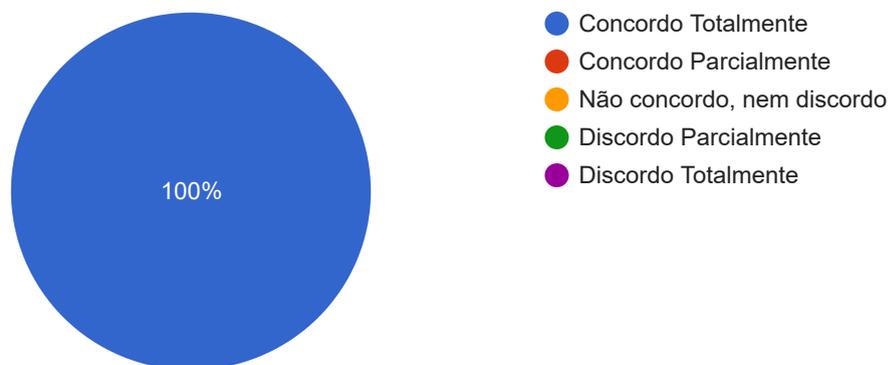
A proposta da Taxonomia de Bloom, facilita o reconhecimento da forma gradual como a criança (aluno) aprende.

Uma das grandes necessidades do ensino é acompanhar o progresso do aluno e a taxonomia de Bloom auxilia nessa questão.

Ao trabalhar com a Taxonomia de Bloom o professor não fica desorientado sem saber o que fazer. Ela oferece condições para escolha de conteúdos, acompanhamento do aluno para que ocorra aprendizagens dentro de uma sequencia lógica e progressiva de aprendizagens. Esse avanço faz-se necessário afim de que o aluno seja autônomo em suas ações e aprendizagens próprias. Por meio da Taxonomia de Bloom é possível perceber o avanço e, caso necessário, fazê-lo prosseguir caso não esteja atingindo os objetivos traçados.

Os objetos de aprendizagem são recursos didáticos muito importantes para a aprendizagem em ambientes virtuais.

8 respostas



Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

2 respostas

Objetos de aprendizagem são importantes para o alcance da aprendizagem significativa em qualquer ambiente: virtual ou não.

Sim, os objetos de aprendizagens são elementos motivadores nas aprendizagens que ocorrem por meio de ambientes virtuais. Vale ressaltar que a escolha dos objetos deve proceder os objetivos de aprendizagens que o professor deseja alcançar. Em outras palavras, não se pode escolher qualquer objeto de aprendizagem sem intenção e finalidade pedagógica.

É importante que se estabeleça objetivos educacionais (Taxonomia de Bloom) na produção de objetos de aprendizagem em ambientes virtuais.

8 respostas



- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

3 respostas

Os ambientes virtuais são grandes colaboradores no processo de aprendizagem. No entanto, sem objetivos educacionais a serem alcançados, os mesmos ambientes podem perder a função educativa.

Muito importante, pois os objetivos são roteiros que nos indicam onde queremos chegar e em ambientes virtuais. mais ainda, uma vez que nem sempre o professor estar[a junto com o aluno.

Plenamente. Deve existir essa articulação entre a produção e objetivos educacionais e produção e objetos de aprendizagens. Se acontece essa harmonia certamente o aluno ganha e consegue avançar ainda mais em sua aprendizagem. Esse estabelecimento mostrar que um desafio lançado para o aluno não está sendo feito de qualquer maneira, mas de forma articulada e intencional.

## Gerenciamento dos objetos de aprendizagem na Ferramenta K-hunters

A forma como foram inseridos os objetos de aprendizagem, considerando o conteúdo, permitiu uma melhor organização dos mesmos.

8 respostas



- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente

Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

3 respostas

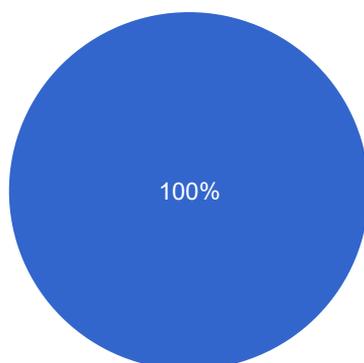
Sem dúvida, possibilitou uma organização muito interessante e produtiva.

Acredito que a escolha e essa inserção tem que estar completamente articulada ao que se deseja.

Desde a articulação e associação na produção dos objetos de aprendizagens e objetivos educacionais (Taxonomia de Bloom) os conteúdos são o foco de aprendizagem também. É a partir dele que os objetivos de aprendizagens são direcionados. Assim, a escolha os conteúdos e sua inserção no objeto de aprendizagem deve acontecer com cuidado de forma planejada! Portanto, considero que dessa forma há uma organização que torna a aprendizagem significativa.

Inserir um comportamento e um verbo para cada objeto de aprendizagem, no momento de sua criação, possibilitou um melhor gerenciamento dos objetivos educacionais e a classificação do conteúdo do objeto de aprendizagem.

8 respostas



- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não concordo, nem discordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo Totalmente

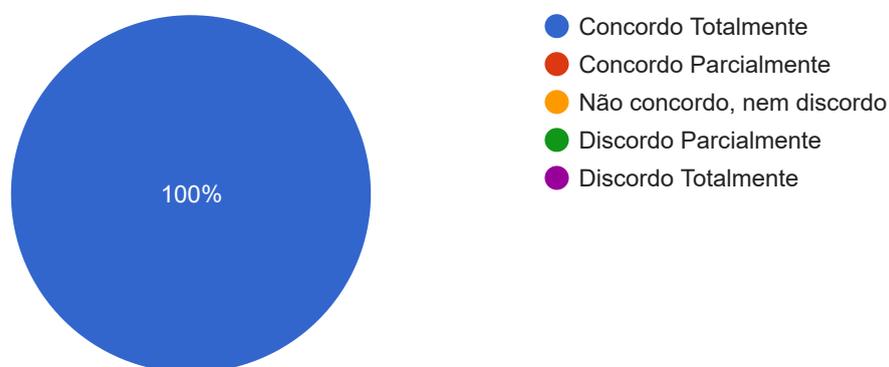
Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

1 resposta

Essa ação é uma das mais importante! Pois, é a partir da escolha do comportamento que os conteúdos são classificados. Essa escola e articulação facilita na hora de avaliar o aluno dentro do objetivo proposto inicialmente.

A classificação dos objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom, auxiliou na produção das questões de avaliação, através da utilização do verbo e comportamento daquele objeto.

8 respostas



Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

4 respostas

Perfeito. A indicação do verbo e do comportamento esperado na exploração do OA é muito interessante para o planejamento. Um dos aspectos que mais apresentam dificuldades no planejamento didático é a definição dos objetivos e, nessa proposta, existe o sistema que facilita a escolha/definição.

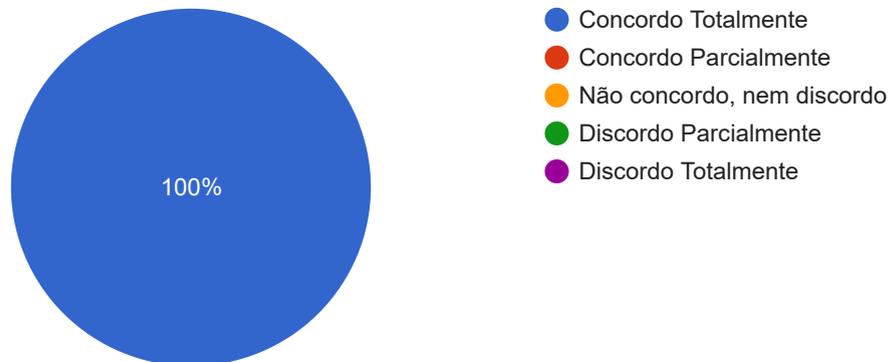
Essa vinculação ajuda a não perder o objetivo de vista e a alcançar o que a atividade propõe.

Sim, pois permite ao professor ter consciência do que o que ele avalia precisa ser coerente ao que ele trabalha pedagogicamente em sala de aula.

Sim. As questões de avaliação são pensadas conforme o nível escolhido! Assim, os objetos de aprendizagens precisam estar classificados dentro dele. Por isso, a importância de articular objetivos educacionais e objetos de aprendizagens, uma vez que a avaliação é realizada seguindo os objetivos de aprendizagens.

A classificação dos objetos de aprendizagem em um dos níveis da taxonomia de Bloom, auxiliou na produção das questões de avaliação, através da utilização do verbo daquele nível.

8 respostas



Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

1 resposta

Sim, pois, em geral, a aprendizagem ocorre em espiral em que a apreensão dos conteúdos de aprendizagem dependem de saberes/conhecimentos prévios constituídos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Estabelecer a dependência entre os objetos de aprendizagem permitiu estabelecer uma hierarquia entre eles.

8 respostas

## Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

3 respostas

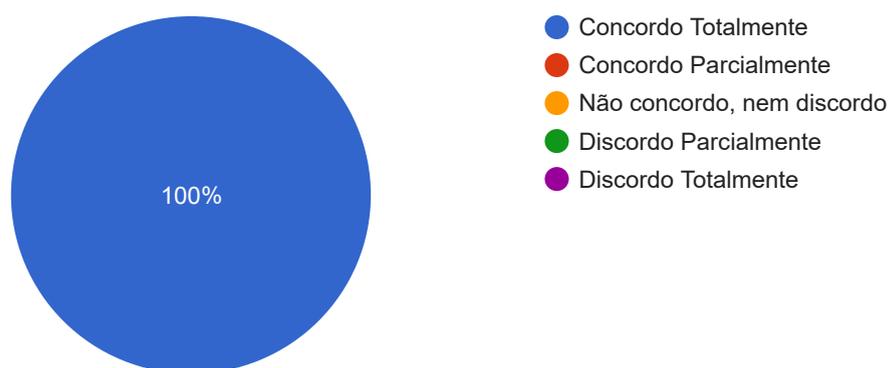
A forma proposta hierarquicamente, é um facilitador na identificação das formas e níveis de desenvolvimento das habilidades dos alunos.

Sim. Essa dependência se torna um desafio para o aluno, pois para avançar de nível ele precisa ter conquistado ou conseguido o nível anterior. Assim, concordo totalmente que se crie dependência a fim de que a atividade não seja simples. É importante ressaltar que qualquer atividade ou novo nível que o aluno precisa chegar, os conhecimentos anteriores devem ser considerados, válidos e aprendidos efetivamente. Por isso que é necessário e importante essa dependência, basta o professor saber escolher conforme a realidade intelectual do discente.

partindo de uma atividade mais simples para a mais complexa facilita a aprendizagem e a torna mais efetiva.

## Foi possível reutilizar um objeto de aprendizagem já cadastrado, para um conteúdo afim.

8 respostas



## Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

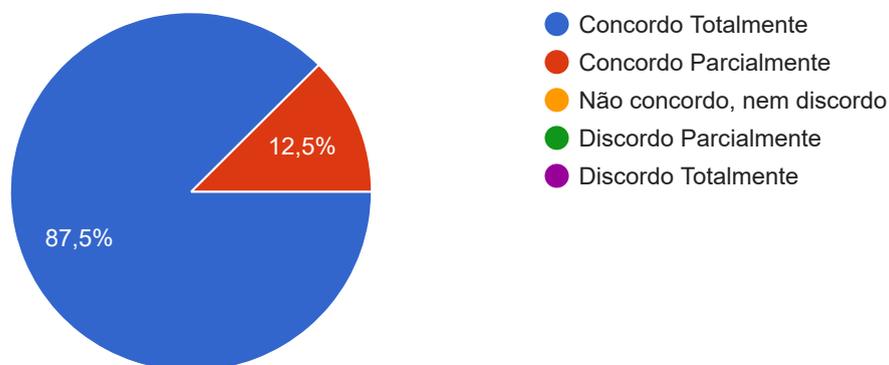
2 respostas

Essa é outra facilidade muito interessante porque nos permite reutilizar objetos de aprendizagem em outras atividades, estabelecendo conexões entre eles.

Sim. As perguntas de avaliação e propostas para o objeto reutilizado deve ser feita de forma que o aluno pense sobre! Faz-se necessário cuidado na hora de adaptação para que não seja explorado nem trabalho o mesmo conteúdo!

## A classificação dos objetos de aprendizagem auxiliou o acompanhamento da aprendizagem do aluno.

8 respostas



## Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

2 respostas

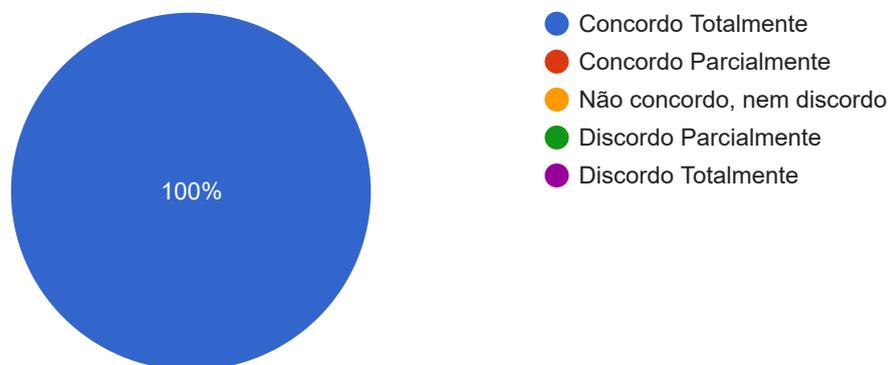
Sim, porque ao classificar os OA, o sistema apresenta/verifica o nível alcançado pelo aluno e facilita acompanhar seu percurso da aprendizagem.

Sim. Facilita o acompanhamento! Essa classificação ajuda o professor a acompanhar de forma mais sistemática e cuidadosa a aprendizagem do aluno, uma vez que ele tem mais "controle" das ações de cada aluno, a cada etapa da atividade.

Requisitos atendidos

Os objetos de aprendizagem foram classificados de maneira correta, conforme a taxonomia de Bloom.

8 respostas



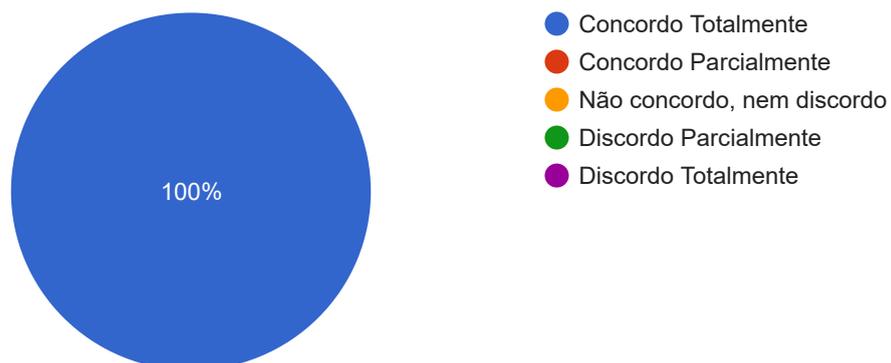
Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

1 resposta

Sim. Conhecer o objeto de aprendizagem e a Taxonomia é fundamental para que essa classificação ocorra de maneira correta.

Foi possível estabelecer a dependência entre os objetos de aprendizagem.

8 respostas



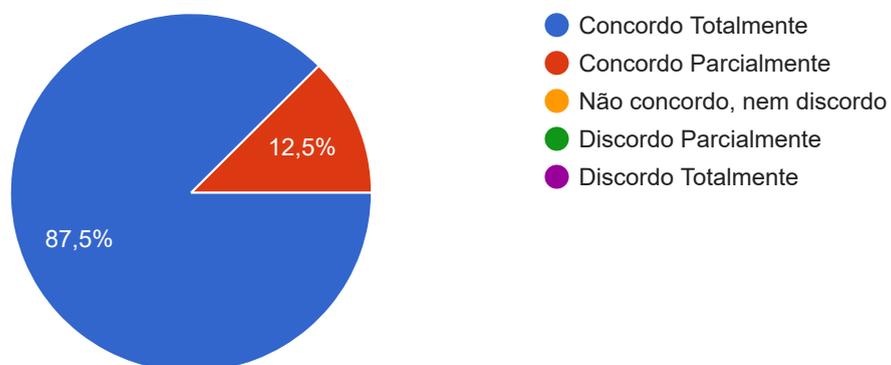
Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

0 respostas

Ainda não existem respostas a esta pergunta.

Foi possível reutilizar um objeto de aprendizagem.

8 respostas



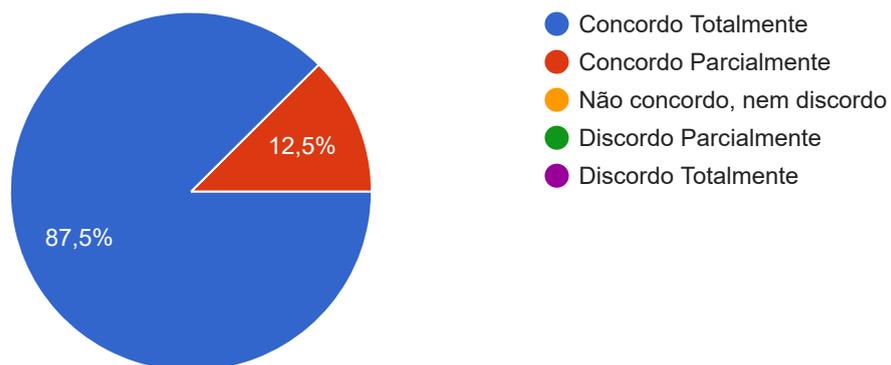
Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

1 resposta

Importante! Embora depende dos conteúdos explorados e nível escolhido! O professor precisa saber onde em quem momento pode ser reutilizado esse objeto, afim de que não haja repetição e o aluno perca a motivação para aprender.

Foi possível classificar a aprendizagem do aluno em um dos níveis da taxonomia de Bloom, considerando a utilização de um objeto de aprendizagem.

8 respostas



Você pode comentar sua resposta anterior, caso considere necessário.

2 respostas

A forma como o aluno aprende, pode ter variações. É difícil classificar à partir de uma atividade, apenas.

Sim. Quando a produção e escolha do objeto de aprendizagem são baseadas na Taxonomia de Bloom essa classificação é realizada com facilidade. É importante essa articulação o mais cedo possível!!

## Comentários e sugestões

Caso deseje, deixe um comentário.

6 respostas

Gostaria de sugerir duas possibilidades: 1- apresentar uma tela de classificação geral de uma turma, para indicar tendências do grupo e também dificuldades em relação a um OA específico - por exemplo, se um OA não foi respondido por ninguém da turma, o problema pode ser na compreensão relacionada ao OA; 2- continuar esse projeto, para explorar/trabalhar conteúdos no ensino superior

Apenas parabenizar o pesquisador pela proposta. Grande ferramenta educacional.

Muito interessante e proveitosa o conhecimento que a Taxonomia de Bloom agrega e pode agregar ao ensino e a aprendizagem.

Creio que utilizar o gerenciamento de objetos de aprendizagem na ferramenta K-hunters articulada à taxonomia de Bloom é bastante significativo e exige do professor conhecimento sobre os componentes da prática pedagógica, especialmente da relação que deve existir entre planejamento do ensino, processo metodológico utilizado e avaliação da aprendizagem. Trabalhar com os recursos propostos pela pesquisa apresenta várias potencialidades, entretanto, para que o docente os utilize é preciso conhecê-las bem para não se correr o risco de escolher objetos de aprendizagem que não sejam coerentes com os níveis propostos pela taxonomia.

A proposta excelente, aplicaria em meu trabalho.

A ferramenta auxilia no processo e oferece condições para haja um acompanhamento das aprendizagens dos alunos. A escolha dos objetos de aprendizagens deve estar associada à Taxonomia de Bloom a fim de que o trabalho docente tenha existido e os discentes consiga avançar ainda mais em suas aprendizagens. Vale salientar que é possível ter um acompanhamento do alunos, vislumbrando novos desafios por meio de novos objetos de aprendizagem ou perguntas reflexiva reutilizando os mesmos. A experiência na pesquisa me motivou a trabalhar com objetos de aprendizagem seguindo a Taxonomia de Bloom. Essa articulação faz-se necessário para que o trabalho seja bem direcionado! Vou usar a ferramenta em minha prática, pois uma ferramenta possível de ser trabalha dentro da perspectiva apresentada.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. Denunciar abuso - Termos de Utilização - Termos adicionais

Google Formulários